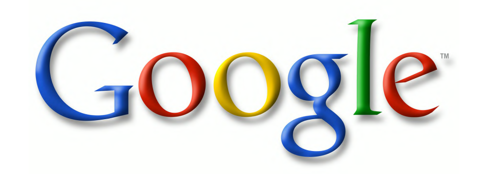
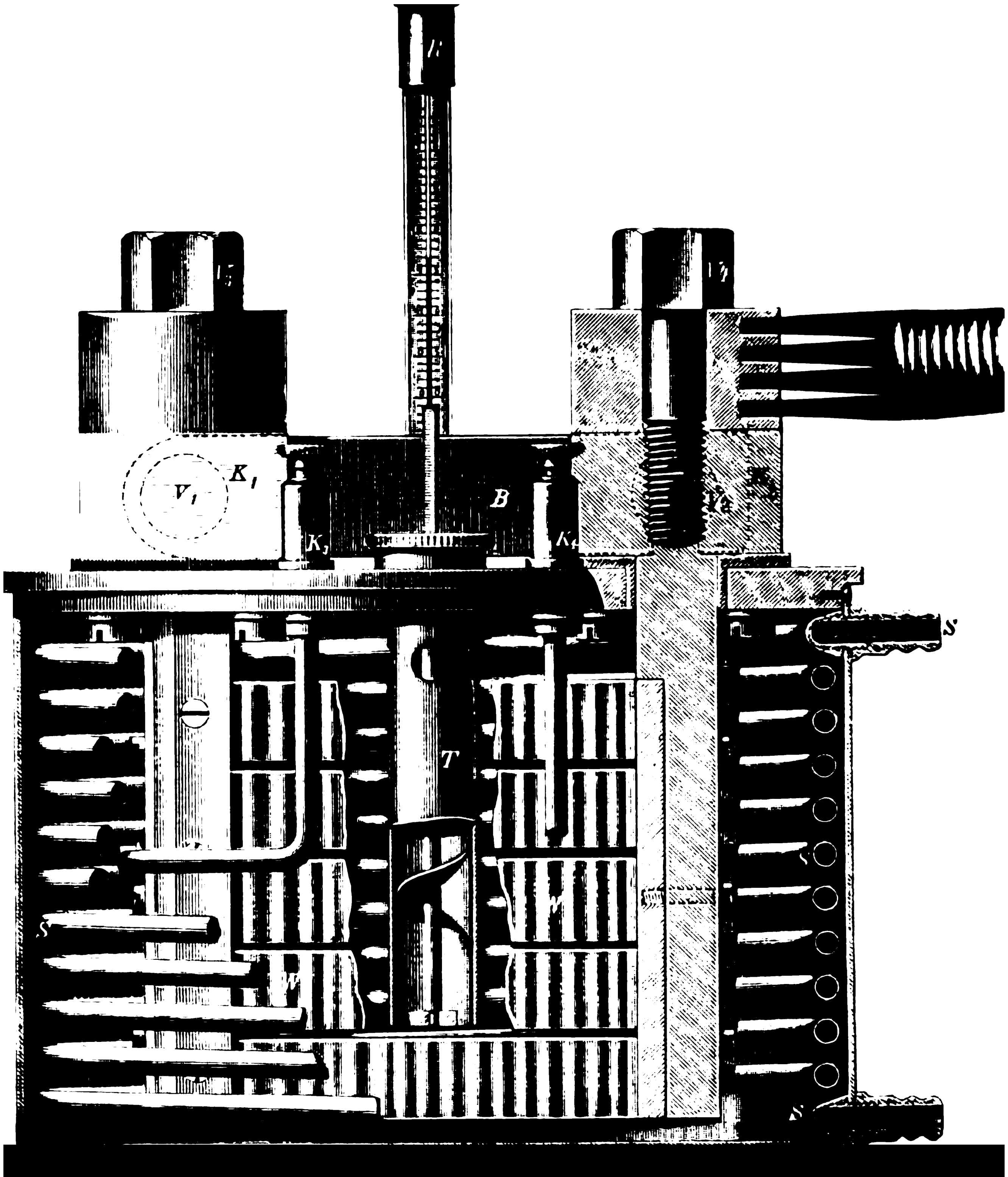
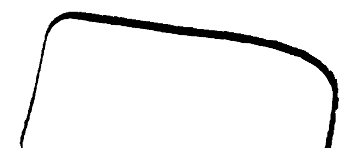




Zeitschrift für Instrumentenkunde

Ernst Dorn



ZEITSCHRIFT

FÜR

INSTRUMENTENKUNDE.

Organ

für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

unter Mitwirkung

der zweiten (technischen) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

von

E. Abbe in Jena, **Fr. Arzberger** in Wien, **C. Bamberg** in Berlin, **C. M. v. Bauernfeind** in München, **W. Foerster** in Berlin, **R. Fuess** in Berlin, **H. Haensch** in Berlin, **E. Hartnack** in Potsdam, **R. Helmert** in Berlin, **W. Jordan** in Hannover, **H. Kronecker** in Bern, **A. Kundt** in Berlin, **H. Landolt** in Berlin, **V. v. Lang** in Wien, **L. Loewenherz** in Berlin, **S. v. Merz** in München, **G. Neumayer** in Hamburg, **J. A. Repsold** in Hamburg, **A. Rueprecht** in Wien, **K. Schellbach** in Berlin, **F. Tietjen** in Berlin.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

Zehnter Jahrgang 1890.



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1890.




ASTOR LIBRARY
SEP
29
1891
NEW YORK

Inhalts-Verzeichniss.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Referate.



Vereins- und Personennachrichten.



Patentschau.

Für die Werkstatt.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

X. Jahrgang. **Januar 1890.** Erstes Heft.

Ueber die Verwendung des Fluorits für optische Zwecke.

Von

Prof. Dr. **E. Abbe** in Jena.

Von natürlich vorkommenden Mineralien haben bisher nur zwei, Quarz und Kalkspath, in der praktischen Optik regelmässige Verwendung gefunden. Bei diesen beruht aber — abgesehen von der gelegentlichen Benutzung der genannten Mineralien zu Linsen für spektrographische Zwecke (auf welche ihre hohe Durchlässigkeit für violettes und ultra-violettes Licht hinführt) — die Anwendung wesentlich auf der spezifischen Eigenschaft der nicht-tesseralen Krystalle, der Doppelbrechung, und bezweckt also Wirkungen, welche mit einem amorphen Stoffe wie Glas überhaupt nicht zu erzielen sind. Tesseral krystallisirende Mineralien, welche hinsichtlich ihrer optischen Wirkungen dem Glase gleichartig sind, hat man zwar ebenfalls schon den Zwecken der praktischen Optik dienstbar zu machen gesucht, indem Brewster und Pritchard in den 40er Jahren den Diamant und andere Edelsteine wegen ihres ungewöhnlich hohen Brechungsvermögens für Mikroskoplinsen empfohlen und angewandt haben. Die Bemühungen in dieser Richtung haben jedoch der Optik einen bleibenden Gewinn nicht gebracht und dürfen gegenwärtig wohl als abgethan betrachtet werden, nachdem das aus unkorrigirten Linsen gebildete „einfache“ Mikroskop endgiltig auf untergeordnete Dienste zurückgedrängt ist, für die fortschreitende Vervollkommnung des zusammengesetzten Mikroskops aber gänzlich andere Gesichtspunkte für die Beurtheilung der optischen Hilfsmittel in den Vordergrund getreten sind. Denn angesichts der verfeinerten Aufgaben, welche die praktische Optik auf diesem Gebiet in neuerer Zeit vor sich hat, richtet sich die Werthschätzung der zu den Linsenkombinationen verwandten Materialien, von ganz speziellen Punkten abgesehen, keineswegs mehr nach der grösseren oder geringeren Ausgiebigkeit ihrer fundamentalen Wirkung, welche natürlich von der Höhe des Brechungsvermögens abhängt, sondern wesentlich nach dem Grade, in welchem die Eigenschaften dieser Materialien die Beseitigung der unvermeidlichen Nebenwirkungen — sphärische und achromatische Aberrationen — erleichtern und begünstigen.

Unter diesem Gesichtspunkt gewinnt ein Material, welches vom Standpunkt der Bestrebungen Brewsters und Pritchards als sehr unvortheilhaft erscheinen würde, nämlich der Flussspath, gegenwärtig für die praktische Optik ein besonderes Interesse, weil er in Hinsicht auf die Ueberwindung jener Nebenwirkungen ungewöhnlich günstige Bedingungen darbietet. Der Fluorit zeigt ein abnorm niedriges Brechungsvermögen; der Index für Natronlicht ist nur 1,4338, also beträchtlich geringer, als derjenige des Kronglases, und seine Wirksamkeit als Bestandtheil eines Linsensystems ist demnach hinsichtlich des fundamentalen Effektes relativ ungünstig. Bei vielen zusammengesetzten Linsenkombinationen, namentlich den

für das Mikroskop dienenden, erfordert aber die Aufhebung der sphärischen Aberration, dass zwischen aneinandergrenzenden Medien mit gleichem Krümmungsmaass der sich berührenden Grenzflächen eine Differenz der Brechungsindices eingeführt werde, von deren Grösse, unter sonst gleichen Umständen, die kompensatorische Wirkung hinsichtlich der sphärischen Aberration abhängt. Ein je niedrigerer Index nun für das eine Medium zur Verfügung steht, desto grösser wird der Betrag dieser Differenz, und desto ausgiebiger die Kompensationswirkung, welche durch Hinzunahme eines zweiten Mediums von gegebenem Brechungsvermögen zu erzielen ist, oder desto niedriger kann der Index des zweiten Mediums bleiben, wenn umgekehrt eine gewisse gegebene Grösse jener Differenz herbeizuführen ist. Wenn z. B. in einer zu verkittenden zweifachen Linse — etwa als Bestandtheil eines Mikroskopes — für das eine Glied ein gewöhnliches Kronglas vom Index $n_D = 1{,}52$ dienen muss, die Verhältnisse der Konstruktion aber einen Unterschied des Brechungsvermögens von 0,20 auf beiden Seiten der verkitteten Flächen in dieser Linse behufs Aufhebung der sphärischen Aberration erforderlich machen, so muss mit jenem Kronglas obiger Rücksicht wegen ein anderes Glied vom Index 1,72, also ein sehr schweres, stark zerstreuendes Flintglas, als zweites Glas verbunden werden. Wäre dagegen das erste Glied eine Linse aus Fluorit, so würde der im Beispiel verlangte Ueberschuss des Brechungsvermögens des zweiten Gliedes mit einem gewöhnlichen Flintglas von 1,63, das aus vielen Gründen viel günstiger ist, schon gegeben sein. Das genannte Mineral gewährt also einen viel freieren Spielraum für die Auswahl solcher Glasarten, die behufs Erzielung ausgiebiger Kompensationswirkungen zur Aufhebung der sphärischen Aberration in Linsensystemen gebraucht werden müssen.

Dieser eine Vortheil, der namentlich für die Konstruktion von Mikroskopobjektiven grosser Apertur an sich schon eine erhebliche Bedeutung besitzt, wird aber wesentlich unterstützt durch die andern optischen Merkmale des Fluorits: eine abnorm niedrige Farbenzerstreuung und ein der Aufhebung des sekundären Spektrums sehr günstiges Verhältniss der partiellen Dispersionsbeträge für die verschiedenen Spektralregionen. Für die drei Wasserstofflinien H_α, H_β, H_γ sind die Differenzen des Brechungsindex:

Material.	$N_\beta - N_\alpha$	$N_\gamma - N_\beta$	N_D	$\frac{\Delta n}{n-1}$	$\frac{N_\gamma - N_\beta}{N_\beta - N_\alpha}$
Fluorit	0,00455	0,00255	1,4338	$\frac{1}{95{,}4}$	0,561
Gewöhnliches Kalk-Silikat-Kron	0,00860	0,00487	1,5179	$\frac{1}{60{,}2}$	0,566
Aluminium-Phosphat-Kron	0,00737	0,00407	1,5159	$\frac{1}{70{,}0}$	0,552
Borat-Flint	0,01026	0,00582	1,5521	$\frac{1}{53{,}8}$	0,567

Nimmt man das Intervall von H_α bis H_β (C bis F) als Maass für die mittlere Dispersion (Δn), so zeigt vorstehende Zusammenstellung, dass der Fluorit nicht nur absolut genommen, sondern auch im Verhältniss zum Werthe des $(n-1)$ eine erheblich niedrigere Farbenzerstreuung besitzt als die günstigsten bisher dargestellten Glasflüsse; denn während bei den letzteren die sogenannte relative Dispersion nicht unter $^1/_{70}$ herabgeht, ist sie beim Flussspath auf $^1/_{95}$ vermindert. Von dem Betrag relativer



Dispersion eines Mediums hängt aber das Krümmungsmaass wesentlich ab, welches eine Sammellinse aus diesem Medium erhalten muss, um in Verbindung mit einer Zerstreuungslinse von gegebener, grösserer relativen Dispersion ein achromatisches System von bestimmter Brennweite zu ergeben. Je kleiner das $\Delta n/(n-1)$ ist, desto flachere Krümmungen reichen, unter sonst gleichen Umständen, zur Achromatisirung für eine gegebene Brennweite aus.

Während also eine einfache, unachromatische Linse aus Flussspath wegen des niedrigen Brechungsvermögens erheblich stärkeres Krümmungsmaass für eine bestimmte Brennweite erfordern würde als eine aus Kronglas, verlangt umgekehrt eine achromatische Linse mit diesem Material stets geringeres Krümmungsmaass als bei Anwendung von Kronglas, vorausgesetzt, dass dasselbe Flintglas zur Kompensation der Farbenzerstreuung angewandt werde.

Endlich zeigen die in der letzten Spalte der obigen Zusammenstellung angeführten Zahlen, dass das Verhältniss der partiellen Dispersionsbeträge in den beiden Spektralbezirken H_α bis H_β und H_β bis H_γ beim Fluorit, trotz seiner sehr niedrigen Dispersion, noch fast denselben Werth besitzt wie bei einem gewöhnlichen Silikat-Kronglas mit der erlangten Dispersion $1/60$, während bei dem hinsichtlich der relativen Dispersion günstigsten Glasfluss, dem Aluminium-Phosphat-Kron, das blaue Ende des Spektrums schon relativ verkürzt sich zeigt, obwohl der Werth des $\Delta n/(n-1)$ bei diesem Glase doch nur auf $1/70$ vermindert ist. Hiermit ist gesagt, dass der Fluorit besonders günstige Bedingungen darbietet für die gleichzeitige Vereinigung von drei Strahlen des Spektrums, d. h. für die Aufhebung der sekundären Farbenabweichung.

Das oben erwähnte Phosphat-Kron z. B. gestattet allerdings, in Verbindung mit dem zuvor angeführten oder einem ähnlichen Borat-Flint, ebenfalls eine direkte Achromatisirung für drei verschiedene Farben (zwar nicht der drei Strahlen H_α, H_β, H_γ, so doch dreier Strahlen innerhalb des weniger brechbaren Theiles des Spektrums) und ermöglicht also die Herstellung einer zweifachen Linse mit nur tertiärem Farbenrest; die Krümmungsmaasse einer derartigen Kombination fallen aber schon ziemlich ungünstig aus, weil die Ziffern der relativen Dispersion $\Delta n/(n-1)$ in diesen beiden Medien — $1/70$ und $1/54$ — nur geringen Unterschied zeigen. Wird aber an Stelle des obigen Kronglases Fluorit eingeführt, so erhält man eine Kombination, welche der Bedingung der Vereinigung von drei verschiedenen Farben genügt und gleichzeitig noch eine sehr beträchtliche Differenz der relativen Dispersionen beider Bestandtheile ($1/95$ und $1/54$) verfügbar lässt.

Diese Differenz bliebe sogar noch reichlich gross, wenn an Stelle des Boratflint das oben angeführte Kalk-Silikat-Kron gesetzt würde, dessen Dispersion durch das ganze sichtbare System der Dispersion des Fluorits fast streng proportional geht. Mit diesen beiden Medien wäre mithin eine zweifache achromatische Linse von fast absolut vollkommener Farbenvereinigung darzustellen, weil nicht einmal ein tertiäres Spektrum von merklichem Betrag übrig bleiben würde. In Bezug auf alle Bedingungen, welche für eine verfeinerte Konstruktion von Linsenkombinationen in Betracht kommen, — sowohl die sphärische Abweichung in Systemen von grosser Oeffnung, als auch die chromatischen Abweichungen erster und zweiter Ordnung — bietet hiernach der Flussspath günstigere Verhältnisse dar, als irgend ein gegenwärtig der Optik zur Verfügung stehendes Material.

Die Unterlagen für die vorstehenden Schlussfolgerungen sind seit langer Zeit bekannt durch spektrometrische Messungen an Flussspath, welche Stefan im Jahr 1871



veröffentlicht hat[1]). Die oben angeführten Zahlen rühren her von Messungen, welche Dr. Riedel in Jena auf Veranlassung des Verfassers, im Jahre 1880 und später, unter Benutzung der Wasserstoff-Linien an verschiedenen Varietäten des Minerals ausgeführt hat; sie stimmen mit den von Stefan gefundenen Werthen innerhalb der Grenzen der Messungsfehler überein, soweit sie die nämlichen Stellen des Spektrums betreffen.

Zum Voraus konnte nicht zweifelhaft sein, dass die charakteristischen optischen Merkmale des Flussspathes, welche die spektrometrischen Bestimmungen darstellen, begründet sein würden in einer spezifischen Wirkung des Fluors, welcher 56% des Fluor-Calciums ausmacht. Es lag also der Gedanke nahe, dass wenn es gelänge, dieses Element in erheblicher Menge in künstliche Schmelzflüsse einzuführen, auch Glasarten zu gewinnen sein würden, welche die vortheilhaften Eigenschaften des Flussspathes, wenigstens zum Theil, in Geltung bringen.

Versuche in dieser Richtung, welche Dr. Schott schon im ersten Stadium seiner auf die Verbesserung des optischen Glases gerichteten Arbeiten, 1881 und in den nächstfolgenden Jahren ausführte, haben jene Annahme in so fern bestätigt, als es durch Anwendung von Fluoriden in der That gelang, in kleinem Maassstab Gläser darzustellen, welche neben einem niedrigen Werth des Brechungsindex auch eine sehr verminderte Dispersion zeigten. Diese Versuche liessen aber zugleich (wie Dr. Schott schon berichtet hat[2]), die ganz ungewöhnlichen technischen Schwierigkeiten erkennen, welche sich der Darstellung genügend homogener Glasflüsse von solcher Zusammensetzung entgegenstellen und welche zunächst wenigstens als aussichtslos erscheinen lassen mussten, praktisch brauchbare Glasarten von ähnlichen Eigenschaften wie der Flussspath herzustellen.

Durch dieses Ergebniss ist Verfasser damals veranlasst worden, die Anwendung des natürlichen Minerals für Zwecke der praktischen Optik, und zwar zunächst für Mikroskop-Systeme, unter den oben dargelegten Gesichtspunkten ernstlich ins Auge zu fassen, nachdem Vorversuche im Jahre 1881 schon dargethan hatten, dass der Fluorit, trotz seiner wesentlich geringeren Härte, einer ebenso präzisen Formgebung wie das Glas, wenn auch unter einigen Erschwernissen, zugänglich sei.

Unter Benutzung von klaren Krystallen und Spaltstücken, wie sie von Mineralienhändlern damals leicht zu erhalten waren, hat die optische Werkstätte von Carl Zeiss in Jena zuerst im Jahre 1884 Mikroskopobjektive verschiedener Art nach den Rechnungen des Verfassers ausgeführt, bei welchen behufs Erreichung einer vervollkommneten Korrektion der sphärischen und chromatischen Abweichungen einzelne Linsen — eine bis drei in jedem System — an Stelle eines Kronglases aus Fluorit hergestellt sind. Mit der Einführung der unter dem Namen „Apochromate“ bekannt gewordenen neueren Mikroskop-Systeme der Zeiss'schen Werkstätte ist alsdann das Mineral, neben den gleichzeitig in Gebrauch genommenen neuen Glasarten hier in Jena zu ganz regelmässiger Verwendung gelangt, welcher sich auch andere Optiker durch die Nachahmung der Zeiss'schen Konstruktionen sofort angeschlossen haben. — Für die rechnerische und technische Ausarbeitung dieser Konstruktionen hat die Einführung des Flussspaths zu theilweisem Ersatz des Kronglases in der That eine sehr wesentliche Erleichterung

[1]) *Wiener Sitzungs-Bericht* 63. *II. S. 239. 1871.* — [2]) *Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses vom 4. Juni 1888. S. 169.*



geboten. Ohne dieses Auskunftsmittel würden bei gleichen Anforderungen an die Verfeinerung der Konstruktion jene Linsensysteme noch komplizirter in der Zusammensetzung und schwieriger in der Ausführung haben werden müssen, als sie ohnehin schon sind.

Angesichts dieser nunmehr schon eingebürgerten Verwendung des Fluorits für das Mikroskop und der Vortheile, welche sein Gebrauch, gemäss den obigen Darlegungen, noch für manche andere Zwecke der praktischen Optik darbieten könnte, wird es von Interesse sein, auch die äusseren Bedingungen seiner Anwendung, nämlich die Möglichkeit der Beschaffung dieses Materials in genügender Menge und genügender Qualität, hier zu erörtern.

Die Nachforschungen, welche Verfasser seit mehren Jahren angestellt oder veranlasst hat, haben allerdings in Bezug auf diesen Punkt bis jetzt kein sehr befriedigendes Resultat ergeben. Flussspath gehört zwar zu den weitest verbreiteten Mineralien und wird an sehr vielen Orten in durchsichtigen Krystallen gefunden. Die meisten Varietäten sind aber, abgesehen von der Seltenheit genügend grosser klarer Stücke, für optische Verwendung schon deshalb unbrauchbar, weil sie Doppelbrechung — wohl bedingt durch Störungen des regelmässigen Krystallwachsthums — in erheblichem Grad zeigen. Indess konnte man bis vor etlichen Jahren im Mineralienhandel noch häufig ziemlich grosse, wasserhelle und zum Theil ganz reine Spaltungsstücke erhalten, die nach verschiedenen, meist Schweizer Fundstellen bezeichnet waren, und es schien deshalb die Annahme gerechtfertigt, dass auch diese von Doppelbrechung freie und in allen Beziehungen sehr günstige Varietät wohl häufig vorkommen und unschwer zu beschaffen sein würde. Genauere Erkundigungen stellten aber bald fest, dass alle Specimina von derartigem Fluorit, die bei Händlern und in Mineraliensammlungen anzutreffen waren, auf ein und dieselbe Lokalität im Schwarzhornstock im Berner Oberland, und zwar auf einen einzigen vor fast 60 Jahren dort zufällig gemachten Fund zurückzuführen seien.

Nach Mittheilungen des Herrn Bergingenieur E. v. Fellenberg in Bern und Nachrichten, welche Verfasser später an Ort und Stelle selbst einziehen konnte, wurde im Jahr 1832 von Aelplern aus Brienzwyler bei Brienz oberhalb der Alp Oltscheren eine Höhle mit Flussspath entdeckt, aus welcher die Finder damals weit über 100 *Zentner* grosse, meist wasserhelle Krystalle und Spaltungsstücke ausgebeutet haben sollen. Dieses Material ist im Mineralienhandel nach allen Weltgegenden hin verbreitet und nachdem Händler, Sammlungen und Museen genügend versorgt waren, von den Besitzern schliesslich an Chemiker zur Bereitung von Flusssäure verkauft oder als werthloses Gestein fortgeworfen worden. Ein Theil davon soll in den 50er Jahren nach Paris gekommen und angeblich von Optikern zu Linsen und Prismen für Versuche über Wärmestrahlung verarbeitet worden sein. Die muthmaasslich letzten Ueberbleibsel des merkwürdigen Fundes, darunter einige theilweise kopfgrosse, wasserklare Krystalle (Würfel), aus Kellern und Ställen hervorgesucht, hat Verfasser im vorigen Jahr noch von Enkeln der ursprünglichen Finder erstanden und für die Optik gerettet.

Auf Grund von Notizen, die im Berner Museum sich fanden, konnte Herr v. Fellenberg, der den Verfasser in diesen Nachforschungen auf das Freundlichste unterstützt hat, die schon in Vergessenheit gerathene Stelle jenes alten Fundes als den südwestlichen Abhang des Oltschihorns, des Ausläufers des Schwarzhornstockes nach dem Brienzer See hin, mit ziemlicher Sicherheit bestimmen. Nachsuchungen seitens einiger Oberländer Krystallsucher („Strahler"), aufs Gerathewohl



unternommen, wiesen denn auch alsbald in dieser Lokalität mehrfach Flussspath-Vorkommnisse nach, ohne dass jedoch die alte Fundstelle selbst wieder entdeckt oder anderweitig Material von der Beschaffenheit des früheren Fundes erhalten worden wäre. Die Firma Carl Zeiss hat deshalb schliesslich Muthung für das betreffende Terrain genommen und während der Sommerzeit des vorigen und diesen Jahres regelrechte Schürfarbeiten durch eine grössere Anzahl geeigneter Arbeiter unter Leitung eines Beauftragten ausführen lassen. Hierbei wurde nun im Juli 1888 an einer steilen, fast unzugänglichen Felswand in etwa 1900 *m* Seehöhe die Höhle, aus welcher der Fund von 1832 entstammt, zwar sicher nachgewiesen und mit beträchtlicher Mühe wieder zugänglich gemacht, jedoch als vollständig ausgebeutet befunden. Beim weiteren Absuchen des Bergstockes, der — dem oberen Jura angehörig — durch grossartige Schichtenverwerfung mit zahlreichen Abstürzen, Spalten und Höhlen ausgezeichnet ist, fand sich noch an mehreren Stellen in der Nachbarschaft des alten Fundortes neben halbklarem Kalkspath, auch Flussspath, zum Theil in grossen Würfeln krystallisirt, hinsichtlich der Reinheit aber nicht entfernt vergleichbar mit der Ausbeute aus der alten Höhle. Von mehreren Zentnern, die gesammelt wurden, waren nur einige Pfund vollkommen klare, für optische Verwendung geeignete Stücke zu erhalten. Im August dieses Jahres ist deshalb die Arbeit eingestellt worden, nachdem alle aufgefundenen Spuren unter ausgiebiger Anwendung von Sprengarbeit soweit verfolgt waren, als sie noch Aussicht auf bessere Ergebnisse bieten konnten. Es scheint nunmehr ausser allem Zweifel, dass die einzige Fundstelle, welche früher Flussspath in grösseren klaren Massen geliefert hat, jetzt vollkommen erschöpft ist.

Die Verwendung des Minerals zu Mikroskoplinsen wird hierdurch nicht in Frage gestellt; denn die relativ kleinen Mengen, welche dieser Zweck erfordert, sind, wenn auch unter der Erschwerniss einer mühsamen Auslese, durch das häufige Vorkommen weniger vollkommenen Materials genügend gesichert. Eine weitere Ausdehnung seiner Anwendung in der Optik aber wird allerdings abhängen von der Entdeckung neuer Fundstellen, welche grössere Krystalle oder spathartige Massen von ähnlicher Reinheit liefern, wie sie seiner Zeit bei dem vereinzelten Vorkommniss am Oltschihorn gefunden worden sind.

Vielleicht trägt diese Mittheilung dazu bei, das für die Optik werthvolle Mineral zum Gegenstand grösserer Aufmerksamkeit zu machen und möglicher Weise Fundorte desselben ans Licht zu bringen, die bisher unbeachtet geblieben sind.

Die Konstruktion der elektrischen Normalwiderstände der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Von

Dr. K. Feussner.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Bei den elektrischen Normalwiderständen sind Urnormale und abgeleitete Normale zu unterscheiden. Die Konstruktion der ersteren soll es möglich machen, ihren Widerstandswerth, welcher zweckmässig nahezu gleich 1 *Ohm* gewählt wird, durch eine Ausmessung ihrer geometrischen Dimensionen zu bestimmen. Das *Ohm* ist bekanntlich definirt durch eine Quecksilbersäule von 106 *cm* Länge und 1 *qmm* Querschnitt. Dementsprechend dienen als Urnormale des elektrischen Widerstandes gerade, mit Quecksilber gefüllte Glasrohre, deren Länge so abgeglichen

ist, dass sie möglichst genau 106 *cm*, dividirt durch den in Quadratmillimeter ausgedrückten mittleren lichten Querschnitt des Rohres, beträgt. Die abgeleiteten Normale sollen die Werthe des elektrischen Widerstandes in einer für den praktischen Gebrauch geeigneten Form darstellen. Ihr Werth wird durch Vergleichung mit den Urnormalen bestimmt. Von solchen abgeleiteten Normalwiderständen sind in der Reichsanstalt fortlaufende Reihen, welche nach der einen Seite bis 10000 *Ohm* ansteigen, nach der anderen bis zu 0,0001 *Ohm* abnehmen, sowohl in der Form von Einzelwiderständen wie von Widerstandssätzen hergestellt worden. Die Einzelwiderstände dienen für diejenigen Fälle, in denen man einen Widerstand von festem Betrage nöthig hat, namentlich als Normale für die Herstellung anderer Widerstände. Sie besitzen den Vorzug, dass der Widerstand der Zuleitungsstücke die Messung am wenigsten beeinflusst. Widerstandssätze sind dagegen überall da erforderlich, wo ein regulirbarer Widerstand verlangt wird. Unter den Einzelwiderständen erfordern diejenigen für kleine Widerstandsbeträge, namentlich in Rücksicht auf ihre Verwendung bei der Messung hoher Stromstärken, grössere Abmessungen als die höheren Widerstände, sowie zugleich eine Einrichtung für Abführung beträchtlicher Wärmemengen. Die Einzelwiderstände von 0,1 *Ohm* an aufwärts sind dagegen alle nahezu in denselben Dimensionen gehalten. Zunächst sollen in dem folgenden Aufsatz die Einzelwiderstände für höhere Beträge beschrieben werden. Die Einzelwiderstände für niedere Beträge, die Normalwiderstandssätze und die Urnormale des elektrischen Widerstandes sollen in späteren Mittheilungen behandelt werden.

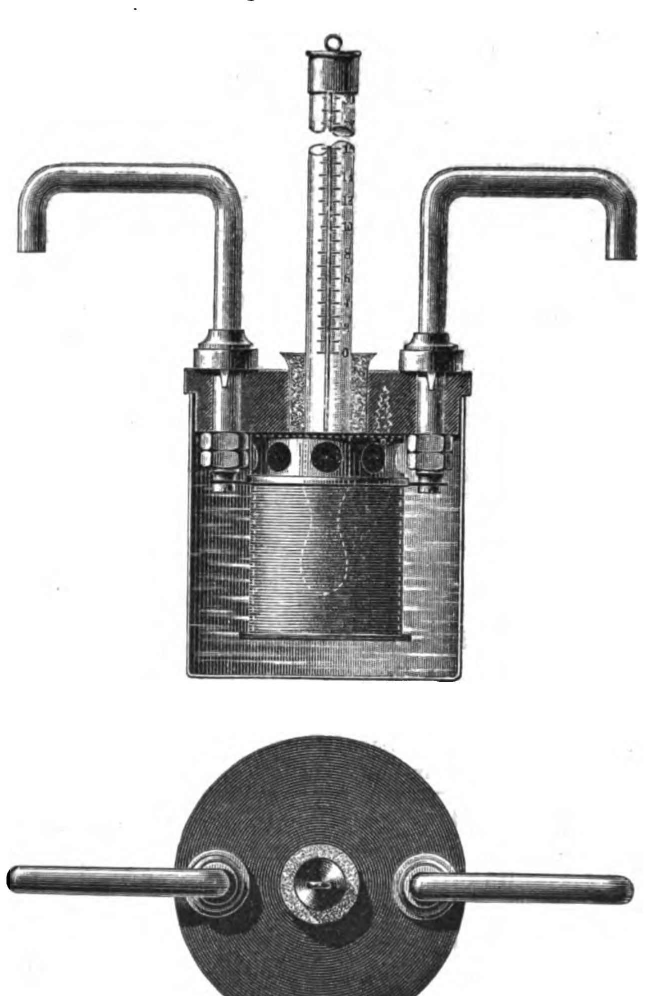
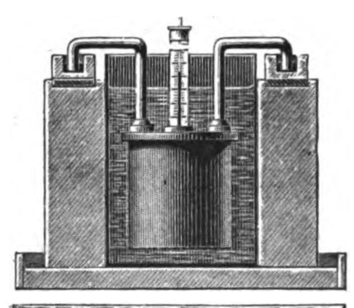


Fig. 1.

I. Die Einzelwiderstände für höhere Beträge.

Die in Fig. 1 dargestellte Widerstandsbüchse für 100 *Ohm* kann als Vertreterin der ganzen Reihe von 0,1 *Ohm* bis 10000 *Ohm* dienen. Der Widerstandsdraht besteht bei allen aus Patentnickel (*d. Zeitschr. 1889, S. 233*); er ist auf

eine Messingrolle von 40 *mm* Durchmesser in einer bis höchstens zwei Lagen aufgewickelt. Der Wickelungsraum hat eine Höhe von 50 *mm*. Ueber demselben bleibt ein Stück von 10 *mm* Höhe von Wickelung frei. Hier ist ein Kranz von weiten Löchern eingebohrt, welche für freie Zirkulation des die Büchse ausfüllenden Erdöls dienen. Vor und nach dem Bewickeln wird die Rolle mit Schellacklösung gestrichen und darauf mehrere Stunden lang in einem Trockenschranke auf 130° erhitzt. Die Enden des Drahtes sind mit Silber an Kupferscheibchen gelöthet, welche mit den unteren Enden der kupfernen Zuleitungen verschraubt und verlöthet sind. Die Zuleitungen sind aus 7 *mm* starkem Kupferdraht gebogen. Ihre Gestalt ist U-förmig, mit einem kurzen und einem langen Schenkel. Der Widerstand beider Zuleitungen zusammen beträgt etwa 0,0001 *Ohm*. Der lange Schenkel geht durch den Hartgummideckel der Büchse hindurch und ist mittels eines aufgelötheten und mit zwei Stellstiften versehenen Flansches und einer Doppelmutter mit demselben fest verschraubt. Mit dem kurzen Schenkel werden bei der Messung die Büchsen in Quecksilbernäpfe von massivem Kupfer eingehängt, wie dies Fig. 2 näher zeigt. Die Büchsen für andere Widerstandswerthe unterscheiden sich von der angeführten hauptsächlich durch die Drahtdimensionen. Dieselben sind aus der folgenden Tafel zu ersehen.



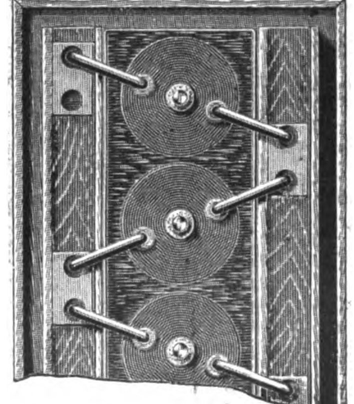


Fig. 2.

Sollwerth in *Ohm.*	Hauptdraht			Nebenschluss (bez. Zusatzdraht)		
	Widerstand in *Ohm.*	Durchmess. in 0,001 *cm.*	Länge in *cm.*	Widerstand in *Ohm.*	Durchmess. in 0,001 *cm.*	Länge in *cm.*
0,1	0,101	160	125 x 2 [1])	10	40	394
0,2	0,202	200	186	20	24	286
0,5	0,505	160	311	50	14	235
1	1,01	100	241	100	14	470
2	2,02	100	482	200	10	620
				Zusatzdraht		
5	4,99	70	600	0,01	160	6
10	9,99	50	581	0,01	160	6
20	19,98	50	1162	0,02	160	12
50	49,95	40	1970	0,05	100	12
100	100	24	1430			
200	200	24	2860			
500	500	17	3450			
1000	1000	14	4700			
2000	2000	10	6200			
5000	5900	7	8200			
10000	10000	6	10000			

[1]) Es sind zwei Drähte von 125 *cm* Länge parallel geschaltet.

Die Widerstände sollen möglichst nahe bei 20°, als der gewöhnlichen Temperatur der Beobachtungsräume, ihren Sollwerth erreichen. Bei den neun ersten Widerständen ist die Drahtlänge nicht gross genug, um dieselbe sicher bis auf einige Hunderttausendstel richtig abgleichen und anlöthen zu können. Darum wird bei den fünf ersten der Widerstand des Hauptdrahtes um 0,01 grösser als sein Sollwerth gemacht und ein Nebenschluss von dem hundertfachen Betrage des Sollwerthes angelegt. Eine Längenänderung des Nebenschlusses um 4 bis 5 *mm* ändert nun den Gesammtwiderstand nur um ein Hunderttausendstel. Bei den Widerstandsbüchsen von 5 bis 50 *Ohm* würde man einen sehr feinen und langen Nebenschlussdraht nöthig haben, wenn man in derselben Weise verfahren wollte. Man kann, um dies zu vermeiden, den Nebenschluss entweder an einen kleinen Theil des Hauptdrahtes anlegen oder auch das eine Ende des Hauptdrahtes durch ein Zusatzstück dickeren Drahtes verlängern. An dem dünnen Ende wird dann die vorläufige, an dem dicken die letzte Abgleichung vorgenommen.

Der Widerstand der Zuleitungen ist so gering, dass seine Aenderung mit der Temperatur und die Unterschiede, welche durch tieferes oder flacheres Eintauchen der kurzen Schenkel in das Quecksilber herbeigeführt werden können, bei allen grösseren Widerständen bis zu 1 *Ohm* einschliesslich jedenfalls zu vernachlässigen sind. Bei feinen Messungen der kleineren Widerstände könnten diese Unterschiede merklich werden. Darum werden bei ihnen die Zuleitungen 10 *mm* stark genommen, und 10 *mm* vom Ende des kurzen Schenkels wird eine Marke angebracht, welche die richtige Höhe des Quecksilbers in den Näpfchen bezeichnen soll. Die Widerstandsbüchsen für 1000 bis 10 000 *Ohm* werden ausser mit Quecksilberkontakten auch mit Schraubenklemmen ausgeführt.

Die Löthungen an den Widerstandsdrähten werden ausnahmslos mit Silberloth hergestellt, und zwar werden die Drähte stumpf gegen einander oder gegen die zur Verbindung mit den Zuleitungen dienenden Kupferscheibchen gelöthet, mit Vermeidung eines Ueberschusses von Silber. Dieses Verfahren ist nicht allein sehr zweckmässig, um genau abgemessene Drahtlängen richtig einlöthen zu können, es ist auch erforderlich, um eine nachträgliche Aenderung des Widerstandes an den Löthstellen auszuschliessen. Alle Nickellegirungen lassen sich etwas schwer verzinnen, namentlich wenn man die Benutzung von Löthwasser ausschliesst, was bei diesen Apparaten selbstverständlich der Fall sein muss. Aus diesem Grunde vermuthlich kommt es auch bei sorgfältig hergestellten und glatt geflossenen Löthungen häufig vor, dass das Zinn nachträglich um den Draht herum feine Risse bekommt und der Widerstand in Folge dessen merklich wächst. Bei Silberlöthungen sind derartige Unregelmässigkeiten ausgeschlossen.

Ein noch erheblicherer Grund für eine Veränderlichkeit der Widerstände lag seither in dem Material selber, solange man die zinkhaltigen Nickelkupferlegirungen, Neusilber und Nickelin, benutzte. Untersuchungen der Reichsanstalt über das Material für Messwiderstände, welche diesen Uebelstand beseitigen sollten, sind bereits in dieser Zeitschrift (*1889 S. 233*) kurz mitgetheilt worden. Nach denselben wird durch Verwendung von Patentnickel an Stelle der früher benutzten Materialien jene Veränderlichkeit, wie es scheint, ganz beseitigt. Das Patentnickel ist die zinkfreie Nickelkupferlegirung, welche auch zu den Reichsnickelmünzen dient (75% Cu, 25% Ni)[1]).

[1]) Die Bezeichnung „Patentnickel", welche die Herren Basse & Selve in Altena diesem Material gegeben haben, bezieht sich auf das Herstellungsverfahren, welches dieser Firma patentirt



In der angeführten Mittheilung waren auch bereits einige Angaben über das von uns untersuchte Mangankupfer und Nickelmangankupfer enthalten. Die Fortsetzung der Untersuchungen hat die Erwartung bestärkt, dass diese Legirungen ein vorzügliches Material für Messwiderstände abgeben werden. Die Beständigkeit des Widerstands scheint der des Patentnickels gleichzukommen; dabei erreicht die Aenderung des Widerstandes mit der Temperatur innerhalb der gewöhnlichen Temperaturgrenzen noch nicht den zehnten Theil derjenigen bei den sonst benutzten Widerstandsdrähten. Die erste grössere Partie von Mangankupferdrähten ist augenblicklich in Arbeit begriffen, und es ist Hoffnung vorhanden, dass man bald das Patentnickel bei den Normalwiderständen durch Mangankupfer ersetzen kann. Dadurch würde ein weiterer Fortschritt in der Verfeinerung der Widerstandsmessungen erreicht sein. Gegenwärtig ist die genaue und sichere Ermittlung der Temperatur des Drahtes unter den bei der Widerstandsvergleichung erforderlichen Bestimmungen die schwierigste. Um den Widerstand bis auf ein Hunderttausendstel seines Betrages angeben zu können, muss man bei Patentnickel die Temperatur wenigstens bis auf 0,05 Grad bestimmen. Durch den Messstrom wird in dem Draht Wärme erzeugt; weshalb man darauf bedacht sein muss, zwischen dem Draht und dem Thermometer einen möglichst guten Wärmeausgleich stattfinden zu lassen. Die Drähte für Messwiderstände werden daher bei der Reichsanstalt immer auf weite Messingrollen in nur einer bis zwei Lagen aufgewickelt. Bei allen feinen Messungen werden die Widerstandsrollen sammt einem in zwanzigstel Grade getheilten Thermometer in eine isolirende, leicht bewegliche Flüssigkeit eingesenkt, welche den Temperaturausgleich zwischen Draht und Thermometer vermittelt und die entwickelte Wärme dem Drahte schnell entzieht. Die Erwärmung des Drahtes war unter diesen Umständen bei von uns angestellten Versuchen ein Fünftel bis ein Sechstel von derjenigen, welche eine entsprechende Rolle eines Widerstandssatzes der gewöhnlichen Form zeigte. Als Flüssigkeit wird am zweckmässigsten gutes, säurefreies Erdöl genommen. Fig. 2 (S. 8) zeigt die Form des Bades und die Aufhängung von mehreren Büchsen in demselben zum Zweck der Widerstandsvergleichung. Die Zuleitungen lässt man noch etwa 3 *cm* lang in das Oel eintauchen, damit nicht etwa die von der Temperatur des Bades in der Regel etwas abweichende Lufttemperatur auf den Widerstandsdraht einwirken könne. Für Bewegung der Flüssigkeit wird in der Weise gesorgt, dass ein Gebläse fortwährend durch eine neben dem Thermometer in die Büchse eingeführte Glasröhre Luft einbläst.

Sobald geeignete Legirungen von Mangankupfer für die Widerstandsdrähte zur Verwendung kommen, ist zwar für Erlangung einer Genauigkeit der Widerstandsmessung bis auf ein Hunderttausendstel die Temperaturbestimmung bis auf einen halben Grad ausreichend, doch wird man gut thun, auch dann noch das Oelbad und die vorstehend beschriebene Form der Widerstandsbüchsen beizubehalten, damit man mit stärkerem Messstrome arbeiten kann und mit einer geringeren Empfindlichkeit des Galvanometers auskommt.

---

ist. Nach demselben wird durch einen Zusatz von etwa 0,3% Mangan zu den Erzen bei dem Schmelzen eine Reduktion der in dem Metalle gelösten Oxyde herbeigeführt und das Material dadurch schmiedbar gemacht.



Ueber zwei einander ergänzende Photometer.

Von

Ernst Brücke in Wien.

Im Jahre 1881 habe ich in den *Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften, Bd. 84, Abth. III, S. 425*, in einer Abhandlung zur heterochromen Photometrie Vorrichtungen beschrieben, welche den Zweck hatten, die Helligkeit verschiedener Farben zu bestimmen, und ich bin seitdem bemüht gewesen, für praktische Zwecke Apparate zusammenzustellen, welche geeignet sind, den Leuchtwerth verschiedener Lichtquellen auch dann noch zu ermitteln, wenn dieselben in Rücksicht auf die Farbe ihres Lichtes so sehr von einander abweichen, dass bei Messungen mit den üblichen Photometern die Angaben verschiedener, noch als normalsichtig, nicht als farbenblind geltender Beobachter gröblich von einander abweichen.

Man darf sich nicht verhehlen, dass der praktische Leuchtwerth einer Lichtquelle veränderlich ist je nach den Anforderungen, welche man an dieselbe stellt. Zwei Lichter können ungleich geeignet sein für das Erkennen kleiner Gegenstände, das heisst für das Unterscheiden kleiner Netzhautbilder, wenn sie auch nach den von Dove (siehe *a. a. O. S. 430*) und von mir a. a. O. angegebenen Methoden gleich hell gefunden werden, in der That auch auf der Netzhaut das gleiche Gefühl der Helligkeit hervorrufen und nur noch durch ihre Farbe, nicht mehr durch die relative Helligkeit von einander zu unterscheiden sind.

Ich habe dies in der vorerwähnten Abhandlung (*a. a. O. S. 443*) durch Versuche bewiesen. Der Grund liegt in der mangelhaften Achromasie des menschlichen Auges. Wegen dieses Mangels sind farblose Bilder bei gleichen Unterschieden von Hell und Dunkel im monochromatischen Lichte schärfer, als im polychromatischen. Namentlich sind es die stärker brechbaren Strahlen, welche das Bild schädigen, und man sieht deshalb der landläufigen Ansicht entgegen bei Lampen- oder Kerzenlicht, gleiche und unzureichende Helligkeit vorausgesetzt, schärfer als bei Tageslicht.

Nun wird monochromatisches, ja auch nur stark roth oder gelb gefärbtes Licht für die Dauer aber schlecht ertragen, man wünscht deshalb annähernd weisses oder grünlich oder bläulich gefärbtes Licht, wo es sich um Schonung der Augen handelt, welche viel bei einem solchen arbeiten sollen. Nur bei Beleuchtung von Theatern oder Ballsälen wird ein mehr ins rothgelbe fallendes, aber noch hinreichend polychromatisches Licht vorgezogen, namentlich von denjenigen, welche sich darin zeigen sollen.

Um den praktischen Werth einer Lichtquelle zu untersuchen, muss man deshalb zwei verschiedene Photometer haben, eines, mit dem man die Helligkeit der Lichtquelle misst, und eines, mit dem man die auflösende Kraft des Lichtes bestimmt, welches sie spendet. Es tritt bei letzterem das Prinzip von J. Macé de Lépinay und W. Nicati (*a. a. O. S. 429*) in Kraft, nach dem die Lichtstärken gemessen werden, welche eben noch genügen, um dunkle Netzhautbilder von gewisser Kleinheit einzeln zu unterscheiden.

Sprechen wir zunächst von dem ersteren der beiden Photometer.

Man schneide völlig farblose, gleich dicke und nicht zu dicke, nahezu planparallele, möglichst schlierenfreie Glasplatten in gleich grosse rechtwinklige Dreiecke und kitte sie mit ihren planen Flächen aufeinander, so dass sich daraus ein rechtwinkliges Prisma aufbaut. Ich habe in Ermangelung von etwas Besserem Objektträger für mikroskopische Zwecke aus völlig farblosem Glase benützt. Nachdem



der Kitt so hart geworden war, dass ich keine Verschiebung mehr zu fürchten hatte, liess ich das Prisma an seiner Hypotenusenfläche und an seinen beiden Kathetenflächen abschleifen. Dann löste ich den Kitt auf und legte nun die einzelnen Dreiecke alternirend so übereinander, wie es Fig. 1 zeigt. Dreieck *abc* (Fig. 1) ist eines derselben und *abd* das nächstfolgende. Ein Gestell aus Blech mit vier rechtwinkeligen vertikalen Rinnen diente dazu, sie in ihrer Lage zu erhalten (Fig. 2). Dies war deshalb nothwendig, weil die Gläser nicht an einander gekittet waren, sondern trocken auf einander lagen, damit seitlich einfallendes Licht nicht aus einem ohne weiteres in das andere übergehe, sondern durch Reflexion an der dünnen trennenden Luftschicht eingesperrt sei.

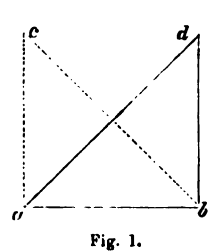


Fig. 1.

Die hintere Fläche *cdgh* des Blechgestelles Fig. 2 war durch eine geschwärzte Metallwand, die durchbrochenen Seitenwände *bdgf* und *aceh* durch farbloses paraffinirtes Papier geschlossen, welches das auffallende Licht hindurch liess, aber diffus machte. Das Papier kann auch nicht paraffinirt sein; es kommt dies ganz auf seine Beschaffenheit an. Wesentlich ist, dass es nicht zu wenig Licht durchlasse und dass die Farbe des durchfallenden Lichtes von der des auffallenden nicht verschieden sei. Durch das Imprägniren mit Paraffin darf es nicht so durchsichtig geworden sein, dass man durch dasselbe ein Flammenbild erkennt, selbst nicht undeutlich. Das durchgehende Licht muss völlig diffus sein. Es eignen sich deshalb auch nicht alle Papiere dazu.

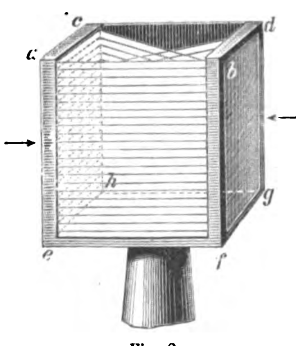


Fig. 2.

Die Vorderfläche *abfe* bot das unbedeckte Glas dar. Das Ganze war oben mit einem mit einer Handhabe versehenen, innen geschwärzten Metalldeckel bedeckt, welcher in der Figur fortgelassen ist, und auf einem säulenförmigen Fusse befestigt.

Die Anzahl der Platten betrug 21, die Höhe des ganzen Glassatzes 23,4 Millimeter, folglich die Dicke einer Glastafel mit Einschluss der trennenden Luftschicht 1,12 Millimeter.

Um dieses kleine Instrument anzuwenden bringt man es zwischen die zwei zu vergleichenden Lichtquellen, so dass es auf der geraden Verbindungslinie zwischen beiden steht und die Strahlen der zu untersuchenden Lichtquelle senkrecht auf das eine Papier fallen, die des Normallichtes senkrecht auf das andere. Dann stellt man sich *ab* (Fig. 1) gegenüber und zwar so, dass die Mittelebene des Kopfes durch die Mitte des Instrumentes geht und die Augen in der Höhe der Glastafeln liegen und sieht nun ein System von alternirenden Streifen, die sich sowohl an Helligkeit als auch in Rücksicht auf ihre Farbe unterscheiden. Es ist klar, dass die einen herrühren von dem durch das Normallicht beleuchteten Papiere, es sei *bd* Fig. 1, das sich an der Hypotenusenfläche *ad* spiegelt, während die andern von dem von der zu untersuchenden Lichtquelle beleuchteten Papiere *ac* ausgehen, das sich an der Hypotenusenfläche *cb* spiegelt.

Man geht nun daran, auf der geraden Verbindungslinie die relative Entfernung des Photometers von den beiden Lichtern so lange zu ändern, bis man die Streifen als gleich hell beurtheilt, und sie sich nur noch durch ihre Farbe unterscheiden.

Bis jetzt hat unser Photometer noch vor anderen praktisch angewendeten

keinen Vorzug, denn wir haben noch immer zwei Lichter von verschiedener Farbe zu vergleichen, deren Farbe wir deutlich erkennen und sind damit den Irrthümern ausgesetzt, zu welchen die Verschiedenheit der Farbe bei anderen Photometern Anlass giebt.

Es kommt nun ein Verfahren zur Anwendung, welches ich bereits in meiner Abhandlung über heterochrome Photometrie (*a. a. O.*) auseinandergesetzt habe. In einer älteren Arbeit (1879 *Sitzungsberichte der Wiener Akademie d. W., Bd. 80 Abth. III. S. 65*) hatte ich gezeigt, dass unsere Gesichtsschärfe, unser lokales Unterscheidungsvermögen, für verschiedene Farben nicht gleichen Schritt hält mit unserem lokalen Unterscheidungsvermögen für Hell und Dunkel. Der Unterschied ist so gross, dass das relative Verhältniss sich dem von 1 zu $\sqrt{3}$ zu nähern scheint. Das einzuschlagende Verfahren besteht nun darin, dass man die relative Entfernung der Lichter von den von ihnen bestrahlten Flächen aufsucht, bei der die Streifen unter dem grössten Sehwinkel undeutlich werden.

Zunächst nimmt man ein gewöhnliches Operglas und kehrt es um, so dass die Objektive den Augen, die Okulare dem Photometer zugewendet sind. Giebt dasselbe zu kleine Netzhautbilder, so dass auch bei geänderter relativer Entfernung der Lichter vom Photometer die Streifen noch undeutlich sind, so beschränkt man sich darauf, sich vom Photometer zu entfernen und seine Sehweite jedesmal mittels der Gläser eines Brillenkastens sorgfältig zu korrigiren. Dies muss geschehen, denn das physikalische Netzhautbild muss so vollkommen sein, wie es unter den gegebenen Bedingungen überhaupt sein kann. Hat man nun bei gegebener Entfernung der zu untersuchenden Lichtquelle vom Photometer die Stellung des Normallichtes gefunden, bei welcher man sich dem Photometer am meisten nähern kann, ohne dass die Streifen deutlich werden, so hat man nur noch die Entfernung der beiden Lichter von den von ihnen bestrahlten Flächen zu messen. Hierauf dreht man das Photometer um 180° um seine vertikale Axe, ändert seinen Standpunkt so, dass man dasselbe wiederum von der Seite *ab* Fig. 1 betrachtet und wiederholt die Bestimmung.

Die Messungen sind entweder bei völliger Dunkelheit im Freien, oder in einem inwendig geschwärzten geschlossenen Raume vorzunehmen. In der Konstruktion des Photometers liegt nichts, was hinderte, dasselbe mit einem geeigneten Gehäuse zu umgeben, ich habe mich aber bis jetzt begnügt, zwei schwarze Schirme aus Kartenpapier anzubringen, welche jederseits um die bestrahlten Papierflächen einen Trichter von 5,5 *cm* Tiefe bilden, dessen viereckige Oeffnung in vertikaler Richtung 18,5 *cm*, in horizontaler 16,5 *cm* misst. Um die Spiegelung des von den beiden Lichtern beleuchteten Gesichtes an der Frontfläche des Instrumentes zu verhüten, bediente ich mich eines geschwärzten Pappschirmes mit zwei Löchern, indessen zeigte sich derselbe hier weniger nothwendig, als beim Gebrauche des zweiten später zu beschreibenden Photometers.

Ich habe noch zwei Metallschirme angewendet, welche durch kulissenartiges Verschieben die gestreifte Fläche *abfe* (Fig. 2) in ein mehr oder weniger schmales gestreiftes Band verwandeln konnten. Ueberdies wendete ich ein steifes, schwarzes und zugleich glanzloses Papier mit keilförmigem Ausschnitt an, um wieder einen grösseren oder geringeren Theil dieses Bandes abzugrenzen. Ich that dies, um mir den besten Theil des Instrumentes auswählen zu können, da das angewendete Glas nicht völlig schlierenfrei war. Ob solche Hilfsmittel auch bei vorwurfsfreiem Materiale noch nöthig oder nützlich sein werden, müssen spätere Untersuchungen lehren. Ich kann nur sagen, dass, wenn man sie anwendet, absolute Schlierenfreiheit we-



niger nothwendig ist, als absolute Farblosigkeit des Glases. In Rücksicht auf diese darf man keinerlei Konzession machen.

Eine solche Genauigkeit, wie sie das von den Herren O. Lummer und E. Brodhun (*diese Zeitschr. 1889 S. 23*) modifizirte Bunsen'sche Photometer für farbloses oder gleichfarbiges Licht verspricht, darf man von dem meinigen nicht erwarten, es ist nur für den Fall vorzuziehen, dass sich bei der Vergleichung verschiedenfarbiger Lichter zwischen den Angaben verschiedener Beobachter keine Uebereinstimmung erzielen lässt[1]).

Wir gehen jetzt zu dem zweiten Photometer über, zu demjenigen, welches die auflösende Kraft des Lichtes bestimmen soll.

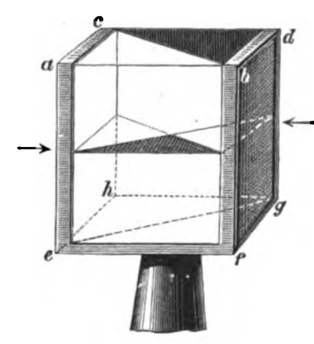


Fig. 3.

Zwei rechtwinklige Prismen *abc* und *efg* (Fig. 3) sind mittels eines geschwärzten Kittes mit ihren Grundflächen so aufeinandergekittet und in einem Blechgestell ebenso montirt wie die 21 Platten des Apparates Fig. 2.

Der Gebrauch des Photometers besteht nun darin, dass vor den Seitenflächen gleiche Zeichnungen auf durchscheinendem Papier angebracht werden, die sich dann in den Hypotenusenflächen der beiden Prismen spiegeln und es wird in derselben Weise, wie bei dem zuerst beschriebenen Photometer eingestellt und zwar hier auf gleiches Undeutlichwerden der beiden Spiegelbilder.

Man stellt das Photometer so auf, dass es mit einer der Kathetenseiten *ache* oder *dbfg* gegen die zu untersuchende Lichtquelle gewendet ist, und entfernt es so weit, dass gewisse feine und nahe bei einander stehende Linien nicht mehr unterschieden werden, während andere gröbere noch unterscheidbar sind. Dann nähert man auf gleicher Linie von der anderen Seite her das Probelicht, bis derselbe Grad

---

1) Es scheint thunlich, dieses Photometer von O. Lummer und E. Brodhun auch für solche Fälle einzurichten. Ich will dazu einen Vorschlag machen, indem ich auf die Figuren der zitirten Publikation verweise und die daselbst gewählten Bezeichnungen beibehalte. Man gravire in die an die Hypotenusenfläche des Prismas *B* anzupressende Fläche *rs* des Prismas *A* eine geeignete Zeichnung, schwärze sie mit Kupferdruckerschwärze ein und wische sie ab, wie eine eingeschwärzte Kupferstichplatte vor dem Drucke abgewischt wird. Dann lasse man sie trocknen. Da die Schwärze sich beim Trocknen zusammenzieht, so wird sie nach dem Anpressen keine Stelle von *B* berühren, sondern da, wo gravirt ist, wird sich überall eine Luftschicht zwischen *A* und *B* befinden. Andererseits kann aber aus den Tiefen der Gravirung kein Licht kommen, welches die Trennungsfläche überschreiten könnte. Es ist also klar, dass, während der Grund nur im durchfallenden Lichte gesehen wird, die Gravirung nur reflektirtes Licht zurückgiebt. Wenn nun die zu vergleichenden Lichter verschieden gefärbt sind, so wird die Grenze des Feldes *rs* zwar nicht verschwinden und es wird deshalb an ihr auch keine korrekte Einstellung gefunden werden, aber man kann noch eine andere Einstellung gewinnen, nämlich die, bei welcher das Detail der eingravirten Zeichnung beim grössten Netzhautbilde verschwindet. Sie würde anzeigen, dass jetzt die physiologische Intensität des zum Auge gelangenden reflektirten Lichtes dem des zum Auge gelangenden durchfallenden Lichtes gleich sei. Für diese Einstellung würde es aber nöthig sein, die Lupe *ow* durch eine pankratische zu ersetzen um dem Netzhautbilde verschiedene Grössen geben zu können.

Nachdem die Einstellung gemacht ist, hat man nur noch nöthig, eine zweite Einstellung mit zwei durchaus identischen Probelichtern auf gänzliches Verschwinden der Zeichnung zu machen, um das Verhältniss der Intensitat des durchgehenden Lichtes zum reflektirten genau zu ermitteln, wie dies auch von den Herren O. Lummer und E. Brodhun für ihr Instrument geschehen ist. Siehe deren photometrische Untersuchungen in *dieser Zeitschr. 1889 S. 41.*

von Deutlichkeit für das zweite Spiegelbild erreicht ist. Auch hier muss die Sehweite des Beobachters stets sorgfältig korrigirt sein und zwar können je nach der Farbe der Lichter für dieselben verschiedene Korrektionen nothwendig sein. Endlich misst man die Entfernung der Lichter von den bestrahlten Flächen und dreht das Photometer um 180°, um die Bestimmung mit gewechselten Bestrahlungsflächen zu wiederholen.

Was für Zeichnungen soll man nun als Beobachtungsobjekt anwenden? An und für sich ist die Wahl frei, die Zeichnungen müssen nur leichter und schwerer aufzulösende Liniensysteme darbieten. Ich habe Druckschrift, Bleistiftzeichnung und Photographien angewendet; vor letzteren muss ich aber warnen, da sie im durchfallenden Lichte braun sind und sich deshalb verschieden gefärbten Lichtern gegenüber nicht neutral verhalten. Zuletzt bin ich bei einem gitterartig durchsichtigen Gewebe, wie auch schon J. Macé und W. Nicati bei ihren Spektraluntersuchungen ein solches benutzten, sogenannten Organdi, stehen geblieben, das ich nach aussen mit einer doppelten Lage von Seidenpapier bedeckte, um das Licht diffus zu machen. Es liegt nahe, hierzu Milchglas anzuwenden, ich kann aber hierzu nicht rathen, da die meisten Milchgläser wegen der Kleinheit ihrer trübenden Theilchen, Licht von grösserer Wellenlänge leichter durchlassen als solches von kleinerer.

Beim Gebrauche des Instrumentes hat man sich davon zu überzeugen, ob nicht etwa bei kleinen seitlichen Verschiebungen des Probelichtes ein heller Schein über das von demselben beleuchtete Prisma hinwandere. Ein solcher ist nichts anderes als ein undeutliches Flammenbild und zeigt an, dass das Licht nicht in hinreichend wirksamer Weise diffus gemacht ist.

Das Gewebe wende ich in der Regel in schwarzer Farbe an, man kann aber auch weisses benutzen, wenn es sich um Erkennen bei geringen Helligkeitsunterschieden handelt. Für Beurtheilung eines Lichtes zum Lesen und Schreiben würde ich Schwarz vorziehen, für die Beurtheilung eines Lichtes für Weissnäherinnen Weiss.

Gegen falsches Licht muss man sich auf dieselbe Weise schützen, wie beim Gebrauche des zuerst beschriebenen Photometers.

Ein Fehler haftet noch an diesen Bestimmungen. Man macht dieselben bei unzureichender Helligkeit, während ihre Resultate doch für die Beurtheilung zureichender Helligkeit verwerthet werden sollen. Nun ist aber die Art, wie die Helligkeit für das Auge mit der physikalischen Intensität wächst, abhängig von der Wellenlänge, und zwar ist diese Abhängigkeit im Allgemeinen bekannt (*Vergl. Sitzungsberichte der Wiener Akademie d. W. Bd. 84, Abth. III S. 429)*, aber doch nicht so erforscht, dass man darauf eine Rechnung gründen könnte. Und doch gilt das Lambert'sche Gesetz, auf dem diese und die meisten übrigen Photometer beruhen, nur für die physikalischen Intensitäten. Man wird deshalb für langwelliges Licht im Allgemeinen zu geringe Werthe, für kurzwelliges zu grosse erhalten. Es giebt indessen ein Mittel, diese Fehler so klein als möglich zu machen.

Die Sehschärfe steigt bei wachsender Beleuchtung bis zu einem gewissen Grade, dann wird sie stationär und kann endlich bei sehr hohen Helligkeitsgraden, bei sogenannter blendender Helle, wieder abnehmen.

Wenn man nun bei unzureichender Helligkeit eine Einstellung gefunden und diese markirt hat, so nähert man das Photometer der Lichtquelle, bis Einzelnheiten in dem der Lichtquelle angehörigen Spiegelbilde, die früher nicht deutlich erkannt wurden, deutlich erscheinen. Dann verkleinert man das Netzhautbild entweder dadurch, dass man sich vom Photometer entfernt oder durch das umgekehrte Opern-



glas, bis wieder Undeutlichkeit eintritt, und rückt das Probelicht heran, bis das ihm angehörende Spiegelbild wiederum denselben Grad von Deutlichkeit hat wie das andere. So hat man eine neue Einstellung bei grösserer Lichtstärke erlangt. Dies Verfahren kann man fortsetzen, so lange die Sehschärfe durch Steigerung der Beleuchtung noch deutlich zunimmt, und also hiermit auch bis an die untere Grenze der praktisch in Betracht kommenden Werthe vorrücken.

Wien, 5. Oktober 1889.

Vergleichung des Luftthermometers mit Quecksilberthermometern aus Jenaer Glas in Temperaturen zwischen 100 und 300 Grad.

Von

H. F. Wiebe und **A. Böttcher.**

(Mittheilung aus der Physikal.-Techn. Reichsanstalt.)

Die Ermittlung des Gangunterschiedes des Gas- und des Quecksilberthermometers ist mehrfach Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Die meisten derselben haben sich auf Thermometer aus französischem und aus thüringer Glas erstreckt; für das in neuerer Zeit in Deutschland zur Herstellung besserer Thermometer fast ausschliesslich benutzte Jenaer Normal-Thermometerglas dagegen liegen unmittelbare Untersuchungen dieser Art bisher nicht vor. Nur ein indirekter Anschluss für Thermometer aus Jenaer Glas an das Luftthermometer bei Temperaturen bis etwa 50° ist mit Hilfe des der Normal-Aichungs-Kommission gehörigen Normalthermometers Nr. 101 gewonnen worden[1]). Dieses aus thüringer Glas verfertigte Thermometer war durch die Herren Dr. Pernet und Dr. Grunmach mit dem Luftthermometer in Temperaturen zwischen 0 und 100° verglichen worden.[2]) Später wurde Nr. 101 von Herrn Dr. Pernet in Breteuil mit Thermometern verglichen, welche von ihm in Temperaturen bis 30° an das Wasserstoffthermometer angeschlossen waren. Durch entsprechende Vergleichungen von Thermometern aus Jenaer Glas mit Nr. 101 ergab sich dann der indirekte Anschluss für dieselben an das Gasthermometer in Temperaturen bis 30° und durch Extrapolation bis 100°. Für höhere Temperaturen dagegen waren neue Versuche erforderlich, deren Ausführung um so mehr geboten erschien, als in den Kreisen der betheiligten Gewerbe das Bedürfniss nach geprüften Thermometern für Temperaturen bis zu 300° sich immer dringender geltend machte. Um diesem Bedürfniss bis zu einem gewissen Grade zu genügen, wurde schon Anfang 1888 eine Reihe vorläufiger, bis 235° ausgedehnter Versuche mit einem Luftthermometer angestellt, welches bereits in den Jahren 1885 bis 1887 bei der Normal-Aichungs-Kommission zur Vergleichung von Quecksilberthermometern für die Ermittlung von Schmelztemperaturen leichtflüssiger Metalllegirungen benutzt worden war. Später wurden endgiltige Vergleichungen mit einem neuen Luftthermometer ausgeführt, welches bei Füllung des Luftbehälters unter gewöhnlichem Atmosphärendruck die Messung von Temperaturen bis 500° gestattet. In der nachfolgenden Abhandlung soll zunächst im ersten Abschnitt die Konstruktion der beiden Luftthermometer, sowie die Bestimmung ihrer Konstanten dargelegt werden. Hieran schliesst sich die Beschreibung der benutzten Quecksilberthermometer, die Ermittlung der ihnen eigenthümlichen Fehler und die

[1]) *Berichte der Akademie der Wissenschaften XLIV. S. 1025.* — [2]) *Metronomische Beiträge Nr. 3*, herausgegeb. von der Kais. Normal-Aichungs-Kommission.



Erörterung einiger Hilfsapparate. In dem später zu veröffentlichenden zweiten Abschnitt wird die Mittheilung der Versuche und ihrer Ergebnisse nachfolgen.

I. Beschreibung der zu den Versuchen benutzten Thermometer und Hilfsapparate.

A. Das zu den Vorversuchen benutzte Luftthermometer. Bei diesem, in Fig. 1 dargestellten Luftthermometer dient als Maass der Temperatur der Druck trockener, kohlensäurefreier Luft von konstantem Volumen. Die manometrische Vorrichtung besteht aus einem Gefäss-Heberbarometer Wild-Fuess'scher Konstruktion, nur ist das bei dieser sonst gebräuchliche metallene Umschlussrohr fortgelassen und die Eintheilung auf dem 1,5 Meter langen Barometerrohr *AB* angebracht. Der kurze Schenkel *DC*, welcher die Fortsetzung des oberen Theiles des Rohres *AB* bildet (in Fig. 1 hat man den Schenkel *DC* etwas nach rechts verschoben dargestellt), ist mit einer Strichmarke *m* versehen und endet etwa 12 *mm* höher in einem Kapillarrohr, mit welchem bei *a* eine Metallkapillare luftdicht verbunden ist. Letztere führt zu dem mit Luft gefüllten Glasgefässe *L* und ist bei *b* mit der Glaskapillare desselben luftdicht verkittet. Das Glasgefäss hat ein Volumen von etwa 135 *ccm*. Der schädliche Raum, von der Marke *c* auf der Kapillare des Gefässes *L* bis zur Marke *m*, enthält etwa 3 *ccm*, also über 0,02 des Volumens des Thermometergefässes. Bei der Messung wird die Quecksilberkuppe des kurzen Schenkels durch Drehung der Schraube *E* bis zur Marke *m* angehoben. Die parallaktische Unsicherheit bei dieser Einstellung wollte man durch einen hinter dem kurzen Schenkel angebrachten Planspiegel vermeiden; wir waren jedoch bei der Benutzung des Instrumentes für unsere Zwecke schon nach kurzer Zeit genöthigt, den Spiegel zu bedecken und die Quecksilberkuppe durch einen schwarzen Papierring abzublenden. Ein Fernrohr erleichterte dann die scharfe Einstellung auf *m*, aber es war naturgemäss nicht möglich, Kuppe und Strich gleichzeitig scharf zu erkennen. Auch hinter dem Barometerrohr war zur Vermeidung der Parallaxe ein Spiegel angebracht, von uns wurde auch hier die feinere Ablesung mit einem Glasnonius in Messingfassung *F* bewirkt. Der ganze manometrische Apparat ist an einem starken Holzbrett befestigt und wird mit diesem von einer eisernen Säule, die wieder auf einem Dreifuss ruht, getragen.

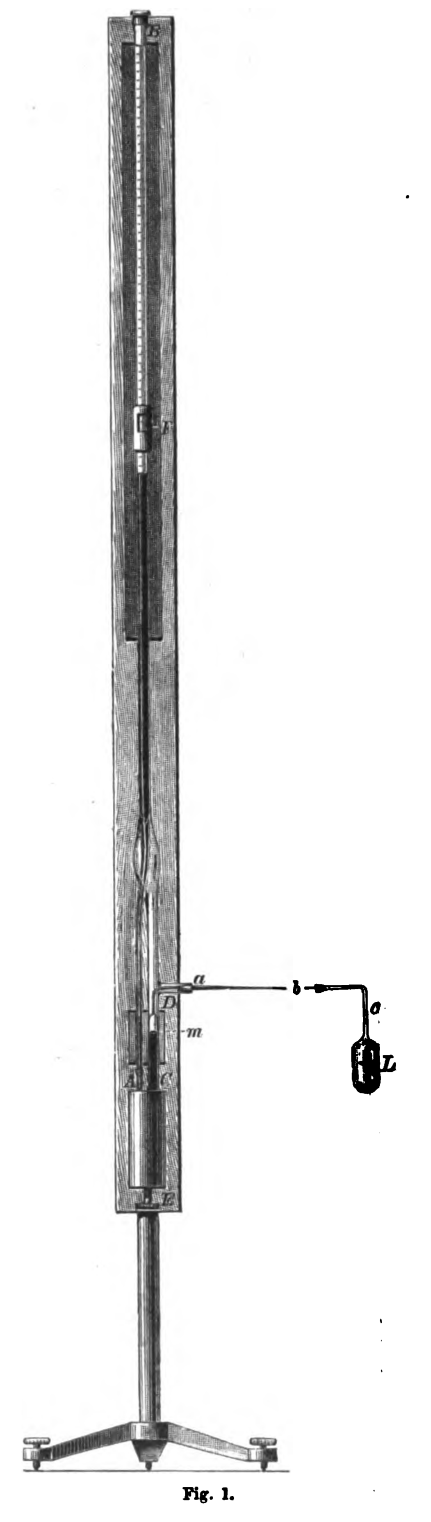


Fig. 1.

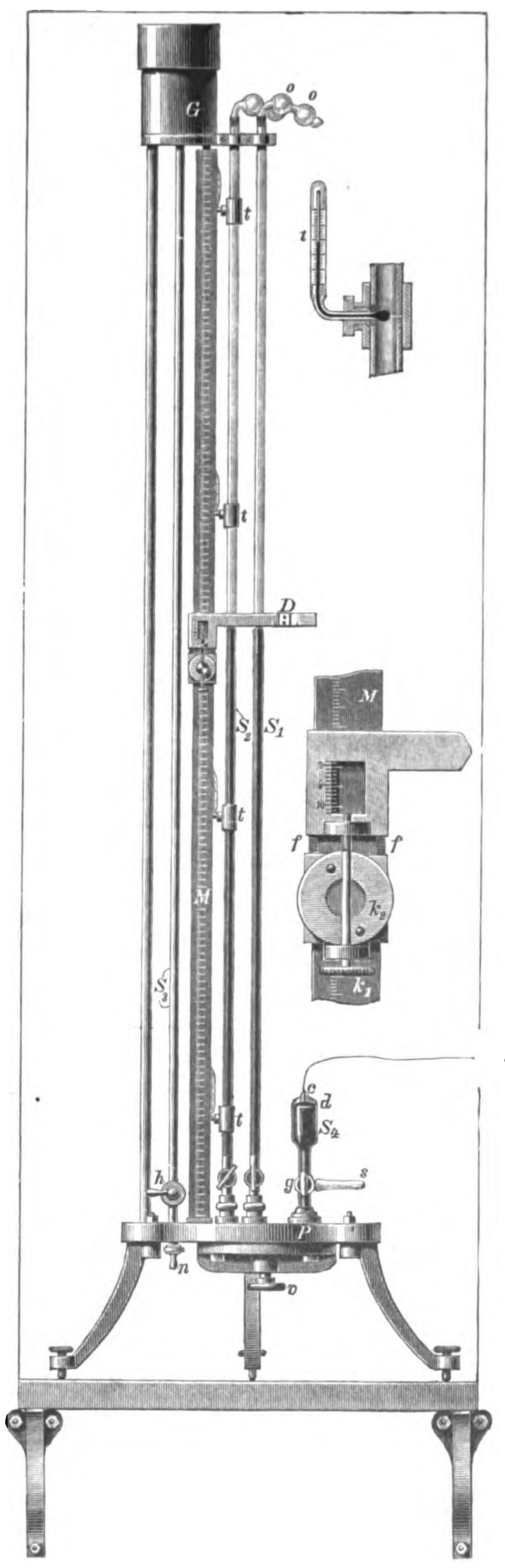


Fig. 2.

Der Vorzug dieses von Herrn R. Fuess mit grosser Sorgfalt hergestellten Instrumentes beruht darauf, dass der Beobachter bei Messung der Quecksilberdrucke von den Veränderungen des Barometerstandes unabhängig ist. Seine Nachtheile bestehen darin, dass der Einfluss der über dem Quecksilber im Barometerschenkel enthaltenen geringen Luftmenge schwer in Rechnung zu bringen ist; dabei ist es nicht leicht, auf die Marke *m* gleichmässig und genau einzustellen, so dass eine Genauigkeit der Ablesungen bis auf ein zehntel Millimeter kaum zu erreichen ist. Für unsere Zwecke mangelte es zudem an einer Vorrichtung, um bei Veränderungen der Temperatur den manometrischen Apparat abzuschliessen, wodurch das Arbeiten mit diesem Luftthermometer in höheren Temperaturen sehr erschwert wird; auch war eine erschütterungsfreie Aufstellung des Instrumentes nicht zu erreichen und die Ablesung hoher Drucke wegen der bedeutenden, 2,5 *m* betragenden Höhe des Instrumentes sehr umständlich. Die Korrektion für den schädlichen Raum bei Messungen in der Nähe von 235° betrug gegen 9°. Mit diesem Luftthermometer konnte ausserdem, wenn die dem Eispunkt entsprechende Lage der Kuppe noch auf die, nur bis 630 *mm* nach unten hin fortgeführte Theilung fallen sollte, nicht höher als bis 240° gemessen werden. Deshalb wurde, nachdem die Vergleichungen der weiterhin zu beschreibenden Quecksilberthermometer bis 235° mit diesem Luftthermometer durchgeführt waren, zur Fortsetzung der Vergleichungen über 235° hinaus und zur Erzielung grösserer Genauigkeit mit Herrn R. Fuess die Konstruktion und Anfertigung eines neuen Luftthermometers vereinbart.

B. Das neue Luftthermometer. Man entschied sich wiederum für ein Instrument mit einer Luftmenge von konstantem Volumen. Es sollte keine zu bedeutende Höhe erhalten und gleichwohl bis zu einer Temperatur von 500° benutzbar sein. Dazu musste man vor Allem ein offenes Manometerrohr wählen und dabei die Einstellungsmarke zur Begrenzung des konstanten Volumens so weit als möglich nach unten verlegen; auch erschien es nothwendig, alle Verbindungen von Leder und Kautschuk an Theilen, welche mit dem Quecksilber in Berührung kommen, zu vermeiden; ferner sollte der schädliche Raum möglichst klein und die Einstellung auf die das konstante Luftvolumen begrenzende Marke möglichst bequem und genau sein; dann war eine schnelle und scharfe Ablesung der Quecksilberkuppe im Manometerrohre nothwendig; endlich sollte die Temperatur des Quecksilbers im Manometer möglichst sicher bestimmt werden. Die nun folgende Beschreibung des Luftthermometers zeigt, auf welche Weise die Erfüllung der angeführten Bedingungen erstrebt wurde.

Auf einer starken eisernen Grundplatte P erheben sich vier Rohre, S_1, S_2, S_3, S_4. Der kurze Schenkel S_4 steht durch eine Platinkapillare mit dem Luftgefäss L in Verbindung. Von den anderen Rohren sind S_1 und S_2 Glasrohre von 12 *mm* lichter Weite; S_1 dient als eigentliches Messrohr, das Rohr S_2 enthält in geeigneten Abständen die Gefässe von vier Thermometern t, welche zur Bestimmung der Temperatur der Quecksilbersäule dienen. Die Höhe des Quecksilbers in S_1 wird mittels des Diopters D an dem Maassstab M gemessen. Das eiserne Rohr S_3 ist zur Zuführung von Quecksilber zu dem manometrischen Apparat bestimmt. Eine an der unteren Seite der Grundplatte P vorgesehene und durch eine biegsame Stahlplatte abgeschlossene Höhlung H (Fig. 4 a. S. 20) sowie geeignete Kanäle vermitteln die Verbindung zwischen dem eisernen Rohre S_3 und den drei Glasrohren.

Das starkwandige Luftgefäss L, von cylindrischer Form und aus Jenaer Thermometerglas Nr. XVI^{III}, hat einen Inhalt von etwa 183 *ccm*, es misst ungefähr 14 *cm* in der Länge und 4,5 *cm* im Durchmesser. Eine rechtwinklig gebogene Glaskapillare ab mit starker Wandung verbindet L mit der Platinkapillare. Ein Strich a auf dem kürzeren Schenkel der Glaskapillare dient als Eintauchmarke. Die ganze Länge der Glaskapillare beträgt etwa 34 *cm*. Am Ende b ist sie auf der Strecke von einigen Centimetern bis auf etwa 1,5 *mm* aufgeweitet, während in der übrigen Länge ihr Durchmesser 0,7 *mm* beträgt. In die Erweiterung bei b ist die Platinkapillare eingeführt und mit Siegellack verkittet, während sie bei c in den kurzen Manometerschenkel S_4 so eingeschmolzen ist, dass sie in der Mitte desselben etwa 5 *mm* weit in ihn hineinragt (Fig. 3). Seitlich hat sie eine kleine Oeffnung e und an ihrem Ende ist ein kleiner Stahlkegel eingeschraubt, dessen Spitze d als Einstellmarke für den Quecksilberspiegel im Schenkel S_4 dient; das Luftvolumen wird somit durch das die Spitze berührende Quecksilberniveau begrenzt. Der Schenkel S_4 hat oben eine innere Weite von etwa 20 *mm*. Nach unten wird er enger und trägt bei g (Fig. 2 und 4) einen Dreiwegehahn, durch welchen er auch mit dem seitlich angeschmolzenen Ansatzrohr s in Verbindung gesetzt werden kann. Dieses Rohr dient zum Einleiten gereinigter Luft in das Luftgefäss L und wird zu diesem Behufe mit einem zweiten Dreiwegehahn verbunden, der einerseits zu einem Trockenapparat, andererseits zur Luftpumpe führt.

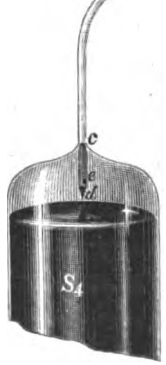


Fig. 3.

Sowohl der Schenkel S_4, als die etwa 1,5 *m* langen Rohre S_1 und S_2 sind in Stahlstücke eingekittet; diese sind mit ihrem unteren konischen Theile durch Schrauben, die durch passende, unten gut abgeschliffene Flansche gehen, in die Platte P hineingepresst, so dass S_1, S_2 und S_4 in den Hohlraum H hineinragen. Dieser Hohlraum steht, wie aus Fig. 4 ersichtlich, durch den Kanal K mit der Bohrung, in welche das Rohr S_3 eingesetzt ist, in Verbindung. Durch das eiserne Rohr S_3 kann aus dem, etwa 1,6 *m* über P befindlichen Gefässe G (Fig. 2) Quecksilber in den Raum H eingelassen werden. Der kurze Schenkel S_4 mündet an der tiefsten Stelle von H, damit Lufttheilchen, welche durch das Quecksilber in S_3 etwa mitgerissen werden, nicht in das Luftgefäss L gelangen können; die mitgerissenen Lufttheilchen müssen durch das, am nächsten zu S_3 und an der höchsten Stelle von H mündende Rohr S_2 entweichen. Der Boden des Hohlraumes H wird durch eine runde Stahlplatte i (Fig. 4) gebildet, welche etwas gewellt und dadurch nachgiebig gemacht ist. Dieser Stahlboden ist quecksilberdicht mit der Grundplatte P verschraubt und kann durch die Schraube v mit radförmigem Handgriffe bewegt werden. Durch Drehung von v wird das Volumen von H und damit das Niveau der Quecksilbersäulen in S_1, S_2 und S_4 verändert. Diese Vorrichtung soll, ähnlich wie der Lederbeutel bei dem Wild-Fuess'schen Barometer, die Einstellung der Säule bewirken; sie gestattet eine Aenderung des Niveaus des Quecksilbers in allen drei Schenkeln bis zu etwa 15 *mm*. Die vorher untersuchte Millimetertheilung M befindet sich auf einem Silberstreifen an einem dreikantigen Prisma, welches eine der eisernen Stützsäulen umkleidet. (In dem oberen Theil der Fig. 4 ist das Prisma weggelassen worden, weil es das Rohr S_2 zum Theil verdeckt haben würde). An dem Prisma verschiebt sich ein Schlitten, welcher Diopter und Nonius trägt. Der Schlitten besteht aus zwei Theilen (Fig. 2), welche durch die Schraube k_1 und die Federn f miteinander verbunden sind. Der untere Theil des Schlittens wird durch die Klemmschraube k_2 an das Prisma festgeklemmt, während der obere durch die Schraube k_1 sich fein einstellen lässt. Die Federn f verhindern todten Gang.

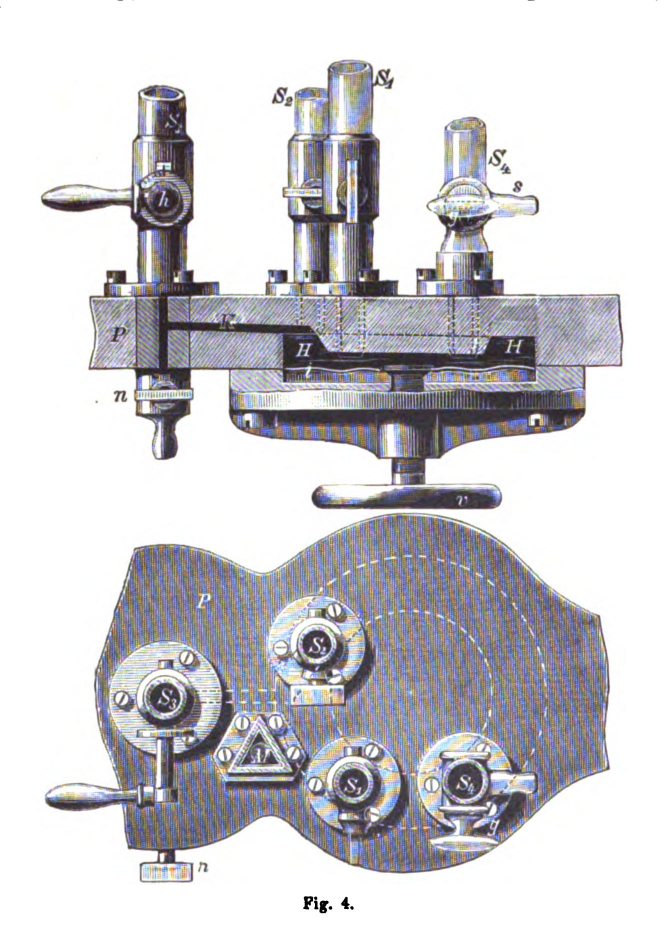


Fig. 4.

Die vier Thermometer t sind vor dem Einsetzen in das Rohr S_2 auf ihre Fehler untersucht worden. Das unterste Thermometer befindet sich in ungefähr

gleicher Höhe mit der Marke d, seine Angaben liefern deshalb einen angenäherten Werth für die Temperatur des schädlichen Raumes, um so mehr, als der ganze manometrische Apparat von einem in Fig. 2 durch Linien angedeuteten Glasschranke umschlossen ist und einseitige Erwärmungen bei den Messungen hoher Temperaturen durch Asbestschirme verhindert wurden. Da das Quecksilber im Rohr S_2 gerade so hoch und unter denselben Bedingungen ansteigt als im Manometerrohr S_1, so ermöglicht die gewählte Anordnung der Thermometer mit weitgehender Annäherung eine sehr befriedigende Messung der Temperatur des Quecksilbers. Der Hahn h des Rohres S_3 (Fig. 2) ist mit grossem Handgriff und Theilung versehen und lässt sich sehr genau reguliren. S_3 hat an seinem unteren Ende noch einen zweiten Hahn n, durch welchen man Quecksilber ablassen, also eine Verkleinerung der Quecksilbersäulen und mithin die Verminderung des Druckes im Manometer bewirken kann. Auf S_1 und S_2, welche am oberen Ende durch je drei Schrauben vertikal eingestellt und gehalten werden, sind Trockengefässe $o\,o$ aufgesetzt, um ein Feuchtwerden der Röhren und des Quecksilbers zu verhindern. Diese beiden Röhren sind am unteren Ende in der Stahlfassung mit Stahlhähnen versehen, durch welche die Verbindung mit dem Hohlraum H hergestellt oder abgeschlossen werden kann. Die Platte P ruht mittels eines Dreifusses mit Stellschrauben auf einer eingemauerten eisernen Konsole. In $^2/_3$ der Höhe des Instrumentes ist die hinterste der drei Säulen, welche das Gefäss G tragen, an ein starkes eisernes, ebenfalls eingemauertes Dreieck festgeschraubt.

Die Messung der Temperatur geschieht folgendermaassen: Der Hahn g wird zuerst so gestellt, dass das Luftgefäss von dem Manometer abgeschlossen ist. Hat nun das Luftgefäss die zu messende Temperatur angenommen, so wird durch vorsichtiges Oeffnen des Hahnes h am eisernen Zuleitungsrohre S_3 erst so viel Quecksilber in den manometrischen Apparat gelassen, dass der Druck, welcher der zu messenden Temperatur ungefähr entspricht, nahezu erreicht ist. Hierauf schliesst man h und dreht den Hahn g vorsichtig, so dass S_4 mit H verbunden wird. Stand vorher das Quecksilberniveau nahe der Spitze d, so wird es nunmehr etwas sinken. Dann wird durch h noch ein wenig Quecksilber zugelassen und nunmehr die Feinstellung mit der Schraube v bewirkt. Man schliesst hierauf sofort den Stahlhahn von S_1, liest zunächst das Barometer ab und bestimmt endlich die Höhe der Säule S_1.

Von den Konstanten des Instrumentes waren vor Allem die Volumina des Glasgefässes L bis zur Marke a und des schädlichen Raumes von a bis d zu ermitteln. Diese Bestimmungen wurden durch Auswägung vorgenommen, ehe man den manometrischen Apparat mit dem Thermometergefäss L vereinigte. Da zu erwarten war, dass nach Benutzung dieses Gefässes in höheren Temperaturen sein Volumen sich verkleinern würde, so wurde es zwischen den einzelnen Volumenbestimmungen im Luftbade zuerst 22 Stunden lang auf etwa 450° und später noch 6 Stunden lang auf 400° erhitzt. Beide Male wurde nach der Erhitzung sehr langsam abgekühlt. Die Auswägungen von L geschahen mit destillirtem Wasser. Zuerst wurde das Gefäss trocken gewogen, dann vorsichtig mit Wasser gefüllt und etwa 1 Stunde lang auf konstanter Temperatur (0, 4 oder 11°) gehalten. Es wurde dabei allmälig etwas destillirtes Wasser nachgefüllt, so dass das Ende des Wasserfadens sich stets am Anfang der Erweiterung b befand. Bei 0° war die Konstanz durch Einbetten in geschabtes Eis leicht zu erreichen; bei 4 und 11° wurde ein grosses Wasserbad als Thermostat benutzt und durch entsprechendes Rühren und langsames Zuführen von kaltem Wasser bewirkt, dass die Temperatur innerhalb eines zehntel Grad konstant blieb. Die Wägungen



wurden auf einer Westphal'schen Waage, welche für die benutzten Belastungen auf 0,2 *mg* genau arbeitet, und mit Benutzung eines gut bestimmten Gewichtssatzes von Stückrath ausgeführt. Hierbei fand sich:

Am	Das Volumen des Gefässes (bis *b*), bezogen auf 0°	Die Temperatur des Füllwassers	Das Gewicht des leeren Gefässes	Bemerkungen
1. Novbr. 1888	183,460 *ccm*	0°	116,473 *g*	22 Stunden lang auf etwa 450° erhitzt.
15. „ „	183,031 „	0	116,471 „	
17. „ „	183,058 „	11		6 Stunden auf etwa 400° erhitzt.
7. Dezbr. „			116,467 „	
8. „ „	183,051 „	0		
10. „ „	183,049 „	4		
11. „ „	183,049 „	11		
12. „ „			116,465 „	
Mittel aus den drei letzten Werthen	183,050 *ccm.*			

Es zeigt sich also, dass durch die 22stündige Erhitzung auf 450° eine Volumenverminderung von 0,4 *ccm* eingetreten ist und dass eine weitere andauernde Erhitzung auf 400° eine fernere Volumenänderung nicht bewirkt hat; ferner zeigt sich, dass 0,008 *g* vom Glas durch das Füllwasser aufgelöst wurden. Die letzten Volumenbestimmungen ergaben, obwohl sie bei verschiedenen Temperaturen ausgeführt wurden, eine Uebereinstimmung bis auf 0,001 *ccm* oder auf 0,000005 des Gesammtvolumens.

Die Auswägung der Glaskapillare, von der Marke *a* bis zum Anfang der Erweiterung, wurde mit Quecksilber ausgeführt und ergab ein Volumen von 0,131 *ccm*. Einige Schwierigkeit verursachte die Ermittlung des Volumens der Platinkapillare einschliesslich desjenigen Theiles von S_4, welcher bei der Messung nicht mit Quecksilber ausgefüllt wird. Diese Bestimmung wurde vorgenommen vor dem Zusammenschmelzen des Rohres S_4 mit dem Dreiwegehahn *g*. Hierzu wurde S_4 am unteren Ende eben abgeschliffen, so dass es durch eine kleine ebene Glasplatte dicht verschlossen werden konnte. Hierauf ermittelte man sowohl das Gewicht von S_4 mit der eingeschmolzenen Platinkapillare, als das Gewicht der Platte und eines kleinen Wachspfropfens. Danach wurde S_4 mit seinem unteren Ende in Quecksilber eingetaucht und dieses mittels einer Luftpumpe so weit hinauf gesaugt, dass, wie bei einer luftthermometrischen Messung, die Stahlspitze ihr Bild im Quecksilberspiegel berührte. Sodann schloss man S_4 durch die ebene Platte unten ab und hob es mit seiner Füllung aus dem Quecksilberbade heraus. Nach sorgfältiger Entfernung der äusserlich an S_4 haftenden Kügelchen wurde die Quecksilberfüllung von S_4 in ein Becherglas hineingeschüttet und gewogen. Ermittlungen in dieser Weise wurden vier Mal wiederholt und ergaben das Volumen des dabei mit Quecksilber erfüllten Innenraumes von S_4 zu:

12,449 *ccm*
12,463 „
12,467 „
12,464 „

oder im Mittel zu 12,461 *ccm* ± 0,003 *ccm*.

Hierauf wurde das Gesammtvolumen von S_4 einschliesslich des Volumens der angeschmolzenen Platinkapillare mit Hilfe von Wasserfüllung ausgewerthet. Zu diesem Behufe spannte man den Glaskörper S_4 in umgekehrter Lage ein und befestigte auch das freie Ende des Platinrohres in geeigneter Höhe. Nun füllte man so lange Wasser in S_4 ein, bis dasselbe in Tropfen aus dem Ende des Platinrohres heraustrat. Sodann wurde das Rohr mit dem kleinen Wachspfropfen zugestopft, Wasser bis oben nachgefüllt und der Glaskörper mit der Glasplatte verschlossen. Durch Wägung des ganzen Körpers mit Wasserfüllung, Platte und Wachspfropfen ermittelte man das Gewicht der Füllung und erhielt demgemäss in vier Bestimmungen das Gesammtvolumen von (S_4 + Platinrohr) zu:

14,168 *ccm*
14,172 „
14,174 „
14,171 „

14,171 *ccm* ± 0,001 *ccm*.

Sehr grosse Mühe machte bei diesen Volumenbestimmungen die Ermittlung der Temperatur, welche jedoch gleichfalls mit möglichster Annäherung ausgeführt wurde. Aus den gewonnenen Zahlen leitet sich das Volumen des schädlichen Raumes, von der Stahlspitze in S_4 bis zum Ende der Platinkapillare, zu 1,710 *ccm* ab. Somit ergiebt sich das Gesammtvolumen des schädlichen Raumes $V = 1{,}841$ *ccm*, und es wird, da der Inhalt des Luftgefässes bis zur Eintauchmarke $V_1 = 182{,}919$ *ccm* ist, das Verhältniss $V/V_1 = 0{,}0100646$.

C. Die zur Vergleichung benutzten Quecksilberthermometer. Drei verschiedene Arten von Normalthermometern wurden benutzt, welche alle der Bedingung fundamentaler Bestimmbarkeit genügen. Das diesen Instrumenten zu Grunde liegende Konstruktionsprinzip, durch geeignete Wahl der eingeschalteten Erweiterungen diese in eine einfache Beziehung zu dem, dem Fundamentalabstand entsprechenden Volumen der Röhre zu setzen und damit das Thermometer in sich kalibrirbar sowie fundamental bestimmbar zu machen, ist von Herrn Dr. Pernet bereits im Jahre 1879 angewandt worden[1]). Die erste Art der von uns angewandten Thermometer bilden solche mit zwei Erweiterungen, deren erste zwischen 0 und 50 und deren zweite zwischen 50 und 100° liegt; ihre Skale reicht bis zu etwa 160°. Die zweite Art wird durch Thermometer mit einer Erweiterung zwischen 0 und 100° gegeben, ihre Skale reicht bis zu etwa 220°. Thermometer dieser Art hatte der eine von uns bereits im Jahre 1879 zu Versuchen in höheren Temperaturen von Herrn R. Fuess anfertigen lassen. Endlich wird die dritte Art durch Thermometer mit zwei Erweiterungen dargestellt, deren eine zwischen 0 und 100 und deren andere zwischen 100 und 200° liegt; ihre Skale reicht bis zu etwa 350°. Ausser der Haupttheilung finden sich bei sämmtlichen Thermometern der Bequemlichkeit wegen in der Nähe von 0, 50 und 100 einige Gradintervalle zu beiden Seiten dieser Striche aufgetragen. Neuerdings hat Herr Dr. Allihn, ohne von den hier beschriebenen Thermometern Kenntniss zu haben, das denselben zu Grunde liegende Konstruktionsprinzip zur Herstellung der sogenannten Satzthermometer benutzt[2]).

---

[1]) Bei dem im Jahre 1885 von Dr. Pernet hergestellten Normalthermometer (*Verhandl. der physikal. Gesellsch. zu Berlin, 1885 No. 7*) sind sowohl oberhalb als unterhalb des eigentlichen Messrohres Erweiterungen vorgesehen, so dass Temperaturen vom Gefrierpunkt des Quecksilbers bis zum Siedepunkt desselben innerhalb des nämlichen Rohrstückes gemessen werden können. — [2]) *Chemikerzeitung, Cöthen 1888 S. 1555.*

Die von uns gebrauchten Thermometer sind von Herrn Fuess im November 1887 aus Jenaer Glas XVI^{III} verfertigt. Von jeder Art sind zwei Instrumente zur Untersuchung benutzt worden, nur von den Thermometern mit weitestgehenden Skalen kam, da im Laufe der Versuche eines schadhaft wurde, noch ein drittes zur Verwendung. Die Thermometer der ersten Art tragen die Nummern 254 und 255, die der zweiten die Nummern 253 und 257, die der dritten Art endlich die Nummern 258, 259 bezw. 271. Alle sind mit gleichmässig fortlaufender Theilung versehen, so dass von Ermittlung der Theilungsfehler abgesehen werden konnte, zumal anzunehmen ist, dass die noch etwa vorhandenen zufälligen Theilungsfehler 0,005° nicht überschreiten. Die Thermometer der ersten und zweiten Art sind in 0,2°, diejenigen der dritten in 0,5° getheilt. Die Kalibrirung wurde mit Hilfe eines von Herrn Dr. H. Rohrbeck verfertigten Pernet'schen Kalibrirungsapparates nach der Neumann-Thiesen'schen Methode ausgeführt. Zunächst wurden die Korrektionen der Hauptpunkte der Skale festgelegt. Alsdann wurde das für das bezügliche Thermometer insbesondere in Betracht kommende Intervall von 10 zu 10 oder von 20 zu 20° bestimmt und die Korrektionen der Zwischenpunkte durch einen Faden von 5 zu 5° ermittelt.

Im Folgenden soll an einem Beispiel der Gang der Beobachtungen gezeigt werden. Das Thermometer Nr. 254, mit Erweiterungen zwischen 0 und 50 sowie zwischen 50 und 100°, wurde zunächst mit 2 Fäden von 50 bezw. 100° von 50 zu 50° kalibrirt. Daraus ergaben sich folgende Kaliberkorrektionen:

bei	0	50	100	150 Grad
	0	+ 0,089	+ 0,153	0

Alsdann wurde das Intervall zwischen 100 und 160° durch 5 Fäden von den Längen 50, 40, 30, 20, 10° von 10 zu 10° kalibrirt, woraus sich als Kaliberkorrektionen ergaben:

bei 100	110	120	130	140	150	160 Grad
0	— 0,038	— 0,080	— 0,156	— 0,145	— 0,070	0

Endlich wurde noch mittels eines Fadens von 5° eine Kalibrirung der Zwischenpunkte ausgeführt und als Korrektionen wurden gefunden:

Gradstrich.	Kaliberfehler.	Gradstrich.	Kaliberfehler.
95	0,000°	130	— 0,168°
100	— 0,037	135	— 0,172
105	— 0,065	140	— 0,155
110	— 0,069	145	— 0,124
115	— 0,083	150	— 0,083
120	— 0,105	155	— 0,036
125	— 0,134	160	0,000

Bezieht man nun die sämmtlichen, so ermittelten Korrektionen auf das Fundamentalintervall (0 bis 100), so ergeben sich schliesslich als Kaliberkorrektionen:

bei 95	Grad	+ 0,055	Grad		bei 130	Grad	— 0,253	Grad
„ 100	„	0,000	„		„ 135	„	— 0,274	„
„ 105	„	— 0,047	„		„ 140	„	— 0,273	„
„ 110	„	— 0,070	„		„ 145	„	— 0,257	„
„ 115	„	— 0,102	„		„ 150	„	— 0,230	„
„ 120	„	— 0,144	„		„ 155	„	— 0,206	„
„ 125	„	— 0,196	„		„ 160	„	— 0,192	„

Der wahrscheinliche Fehler der Hauptpunkte beträgt ± 0,0005° und derjenige der Zehnerpunkte ± 0,0024°. Man kann hiernach wohl annehmen, dass die Zwischenpunkte bis auf 0,01° genau bestimmt sind. Aehnlich verhalten sich die wahrscheinlichen Fehler der übrigen Thermometer, nur erheben sie sich bei den in 0,5° getheilten Thermometern der dritten Art für die Hauptpunkte auf ± 0,001° und für die Zehnerpunkte auf ± 0,005°.

Bei den Thermometern Nr. 253, 255 und 257 betragen die Kaliberkorrektionen auf der ganzen Skale nicht über 0,3°, bei den übrigen Thermometern steigen sie allerdings bis über 1°, schwanken aber für die zur Messung benutzten Intervalle nur um 0,5°. Auch bei diesen Thermometern dürfte der aus der Kalibrirung sich ergebende Fehler über 0,01 bis 0,02° nicht hinausgehen.

Die Thermometer Nr. 257 und 259, je mit einer Erweiterung zwischen 0 und 100°, sind bald nach der Anfertigung zum ersten Male und dann später, nachdem sie vielfach höheren Temperaturen ausgesetzt waren, zum zweiten Male kalibrirt worden. Es zeigte sich bei beiden Instrumenten, dass durch längeren Gebrauch derselben in höheren Temperaturen eine Aenderung des Kalibers eingetreten war, der Inhalt des unteren Theiles der Röhre hatte sich nämlich verkleinert, entsprechend der mit der Zeit eintretenden Zusammenziehung des Thermometergefässes, wie dies bereits von Herrn Dr. Pernet beobachtet worden ist[1]. Die Aenderung des Kaliberfehlers betrug bei dem Thermometer Nr. 257 für Punkt 200 Grad 0,05°, bei Nr. 259 für Punkt 300 Grad 0,04°; hierauf ist bei der Verbesserung der Thermometerablesungen entsprechende Rücksicht genommen. Die Kalibrirung der übrigen Thermometer fand erst statt, nachdem sie schon bei den Vorversuchen vielfach höheren Temperaturen ausgesetzt waren, so dass eine erhebliche Aenderung während der Dauer der eigentlichen Versuche nicht zu befürchten war.

Der Fundamentalabstand der Thermometer wurde wiederholt, zu Anfang, im Verlaufe und am Schluss der Vergleichungen bestimmt.

Die Bestimmung des Siedepunktes bot ziemliche Schwierigkeiten, weil die Skalenlänge bis 100° überaus gering ist; die Thermometer mussten ganz in Dampf eintauchen, da andernfalls ein Theil der Erweiterung unter 100° sich im Korke befand. Das vollständige Eintauchen der Thermometer bewirkte jedoch ein allmäliges Abdestilliren des Quecksilbers und brachte dadurch eine erhebliche Unsicherheit in die Bestimmung hinein. Obwohl im Ganzen 84 Ermittelungen der Fundamentalpunkte ausgeführt worden sind, so beläuft sich der wahrscheinliche Fehler einer einzelnen Bestimmung des Fundamentalabstandes immer noch auf ± 0,007°.

Für mehrere Instrumente wurden auch die Druckkoeffizienten ermittelt. Da die genaue Bestimmung der Koeffizienten für inneren Druck wegen der eingeschalteten Erweiterungen und der dadurch bedingten Verkürzung der Skalen Schwierigkeiten bot, zog man es vor, den Koeffizienten für äussern Druck zu ermitteln. Zwar stimmen beide nicht vollkommen überein, aber immerhin so weit, als es für unsere Versuche erforderlich ist. Der Koeffizient für eine Druckveränderung von einem Millimeter ergab sich zu 0,00014° und die Korrektionen für die in Betracht kommenden Druckverminderungen belaufen sich bei den Thermometern der ersten und zweiten Art nur auf 0,02 bis 0,03° und für die der dritten Art nur auf 0,04°.

---

[1] Vergl. *Travaux et Memoires du Bureau International Band IV, S. 45 und 50* und Guillaume, *Etudes thermométriques S. 63 und 67.*



Aus der Vereinigung der so ermittelten Korrektionen für Kaliber, Gradwerth und Druckverminderung mit den unmittelbar nach jeder Temperaturbestimmung beobachteten jeweiligen Eispunkten ergeben sich die Korrektionen der Quecksilberthermometer. Die Genauigkeit derselben darf nach dem Vorstehenden je nach der Höhe der Temperatur auf 0,02 bis 0,04° veranschlagt werden, jedoch ist es, nach der guten Uebereinstimmung der Thermometerangaben, namentlich der zweiten Gruppe von Beobachtungen, wahrscheinlich, dass mehrfach eine noch weitergehende Genauigkeit erreicht worden ist. Von der Korrektion wegen des herausragenden Fadens wird bei der Beschreibung der Beobachtungen die Rede sein.

D. Das Barometer und die Hilfsapparate. Die Genauigkeit der Temperaturmessung mit dem Luftthermometer wird wesentlich von der Ermittlung des Luftdruckes beeinflusst. Ein Quecksilberbarometer der gebräuchlichen Konstruktionen wollte man aber in dem Arbeitsraum selbst nicht aufstellen, weil sich Quecksilber nach früheren Erfahrungen durch die daselbst vorhandene Feuchtigkeit mit der Zeit stark verunreinigt. Es wurde deshalb ein in einem anderen Raume aufgehängtes Quecksilberbarometer als Normal- und ein feines in den Umschlusskasten des Luftthermometers eingelegtes Dosenbarometer von Herrn O. Bohne in Berlin als Interpolationsinstrument zur Ermittlung des Luftdruckes benutzt. Hiermit war überdies der Vortheil verbunden, dass man mit zwei Beobachtern ausreichte und ein dritter für das Barometer entbehrt werden konnte.

Das benutzte Aneroidbarometer ist mit Nr. 1100 bezeichnet, in 0,2 Millimeter getheilt, und hat einen Skalenumfang von 720 bis 790 Millimeter. Es wurde während mehrerer Monate sorgfältig mit einem Quecksilberbarometer verglichen, welches an das Hauptnormalbarometer B_0 der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission zu Berlin angeschlossen ist. Aus diesen Vergleichungen sind Temperatur-, Theilungs- und Standkorrektionen abgeleitet worden. Um jedoch von den durch elastische Nachwirkung bewirkten Aenderungen der Standkorrektion möglichst unabhängig zu werden, wurde während der Dauer der luftthermometrischen Versuche täglich wenigstens einmal, meistens zweimal oder öfter noch eine Vergleichung des Aneroids mit dem Normalquecksilberbarometer vorgenommen. Die für denselben Tag ermittelten Standkorrektionen stimmten meist bis auf wenige hundertstel Millimeter überein und zeigten nur bei stark veränderlichem Barometerstande grössere Unterschiede von einander. An solchen Tagen wurden stets mehrere Vergleichungen mit dem Quecksilberbarometer ausgeführt und die Aenderungen der Standkorrektionen der Zeit proportional vertheilt.

Von den übrigen Hilfsapparaten sind besonders die Siedegefässe zu erwähnen. Die Vergleichung der Thermometer in mittleren Temperaturen bietet keine erheblichen Schwierigkeiten dar, da sie in Wasser vorgenommen werden kann. Für höhere Temperaturen dagegen benutzt man zweckmässig den Dampf verschiedener Flüssigkeiten als Vergleichsbad. Der dazu von uns benutzte Apparat ist in Fig. 5 abgebildet und besteht im Wesentlichen aus einer Rudberg'schen Siederöhre mit Rückflusskühler. Zwei Apparate dieser Art kamen zur Verwendung; der eine, mit weicher Löthung und aus Messingblech, ist nach Angabe des Herrn Dr. Pernet für die Normal-Aichungs-Kommission schon vor längerer Zeit gefertigt und wurde nur für Temperaturen bis 160 Grad benutzt; der andere Apparat ist aus starkem Kupferblech hergestellt und hart gelöthet. Nicht nur das eigentliche Rückflussrohr R, sondern auch die Arme A_1 und A_2 sind hier mit Kühlröhren umgeben, durch welche man nach Belieben Wasser oder Dampf leiten kann. Anfänglich wurde auch in

den höheren Temperaturen mit Wasserkühlung gearbeitet, um den Substanzverlust möglichst zu verringern; jedoch erwies sich bei Benutzung einer Vorlage zum Auffangen der kondensirten Flüssigkeit eine Kühlung meist überflüssig, ja sogar schädlich, da durch starke Kondensation der Dämpfe das Ausströmungsrohr sich zeitweise verstopfte und hierdurch Temperaturschwankungen herbeigeführt wurden. Bei den späteren Versuchen ist daher ohne Kühlung oder mit Wasserdampfkühlung gearbeitet worden, wobei sich der Apparat alsdann vorzüglich bewährte. Es gelang damit, die Temperaturen hinreichend lange konstant oder wenigstens die Veränderungen derselben sehr gering zu erhalten, so dass eine genügende Anzahl von Vergleichungen angestellt werden konnte. Zum Schutz gegen Abkühlung waren sowohl Siedegefäss wie Siederohr mit Asbestpappe umkleidet.

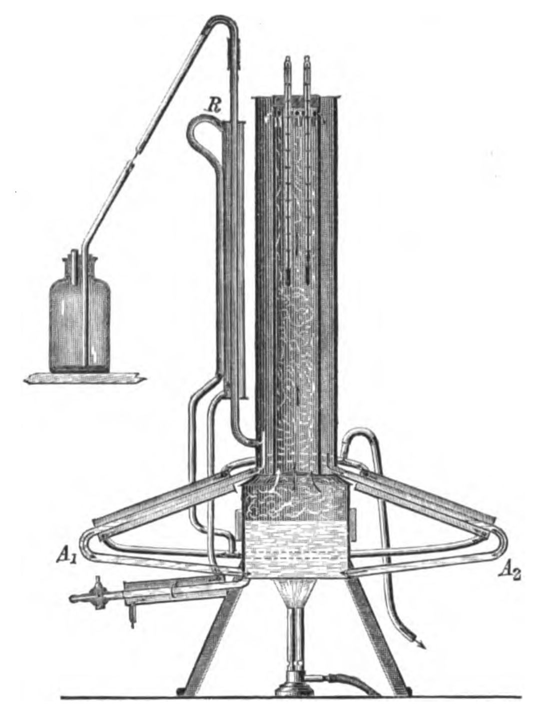


Fig. 5.

Im Ganzen kamen 18 verschiedene Substanzen (mit Siedepunkten zwischen 100 und 300°) zur Verwendung, die sämmtlich von C. A. F. Kahlbaum in Berlin bezogen wurden. Die für sie beobachteten Siedepunkte in Graden des Luftthermometers, nach der im zweiten Abschnitt angegebenen Weise berechnet, finden sich in der nachfolgenden Zusammenstellung angeführt:

Für die Substanz	wurde unter dem Luftdruck von	der nachstehende Siedepunkt beobachtet.
Isobutylalkohol	760 *mm*	105,7°
Toluol	758	109,3
Isobutylacetat	760	114,1
Paraldehyd	761	124,6
Amylalkohol	756	129,6
Xylol	756	139,2
Amylacetat	754	139,8
Bromoform	754	148,7
Terpentin	754	159,4 bis 160,6
Anilin	760	184,3
Dimethylanilin	753	193,7
Methylbenzoat	754	199,1
Toluidin	758	199,4
Aethylbenzoat	757	212,2
Chinolin	757	235,8
Amylbenzoat	755	259,3
Glycerin	754	289,9
Diphenylamin	751	301,5

Einige dieser Flüssigkeiten erfahren in der Wärme eine schwache Zersetzung, namentlich unter Einwirkung des heissen Metalles und zeigen dann etwas veränderliche Siedepunkte. Am günstigsten verhalten sich die Alkohole und Aetherarten, während die aromatischen Verbindungen starke Neigung zur Zersetzung zeigen. Bei Terpentin gelang es nicht, einen konstanten Siedepunkt zu erhalten, offenbar weil dasselbe nicht einheitlich zusammengesetzt war. Nach dem Gebrauch einer Flüssigkeit wurde der Apparat jedesmal durch wiederholtes Auskochen mit Alkohol und nachfolgendes Austrocknen mit der Luftpumpe unter steter Erwärmung gereinigt. Die Reinigung scheint jedoch nicht immer vollständig gelungen zu sein, wenigstens haben sich im Laufe der Versuche fast alle Flüssigkeiten etwas verunreinigt. Diesem Uebelstande lässt sich dadurch abhelfen, dass nur solche Flüssigkeiten verwendet werden, welche Metall nicht angreifen und keine Zersetzung durch die Wärme erleiden. Bei geeigneten Einrichtungen, welche die Erhöhung und Erniedrigung der Siedepunkte durch Veränderung des Druckes gestatten, würde man mit einer geringeren Anzahl von Flüssigkeiten ausreichen. In diesem Sinne sollen noch mit einem eigens für diese Zwecke von Herrn Fuess verfertigten Apparat Versuche angestellt werden, über deren Ergebnisse später besonders berichtet werden wird.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber einige Aenderungen an Thermostaten nach d'Arsonval.

Von **B. Pensky** in Berlin.

Unter der grossen Zahl von Einrichtungen zur Erzielung konstanter Temperaturen ist die Anordnung, welche d'Arsonval für die Erhaltung eines Luftbades auf gleichbleibender Temperatur getroffen hat, eine der vorzüglichsten, wenn dieselbe in geeigneter Weise ausgeführt wird. Während bei der Mehrzahl der in chemischen Laboratorien gebräuchlichen Thermostaten die Temperatur, welche an einer Stelle der Vorrichtung herrscht, für Regulirung der Wärmezufuhr zur ganzen Einrichtung benutzt wird, was für die meisten derartigen Anwendungen hinreichend ist, erfolgt bei der Anordnung von d'Arsonval die Regulirung unter dem Einfluss der mittleren Temperatur der ganzen das Luftbad umspülenden Flüssigkeitsmenge.

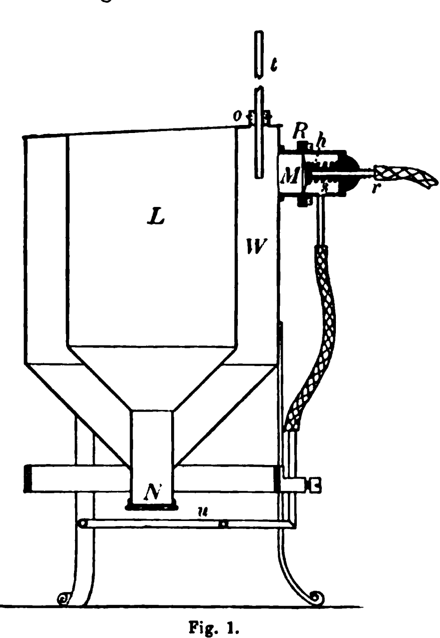


Fig. 1.

Die ziemlich bekannte Einrichtung (Fig. 1) besteht aus einem inneren cylindrischen Gefäss L (Luftbad), welches von einem äusseren Gefäss umschlossen wird. Der ringförmige Hohlraum W zwischen beiden wird mit ausgekochtem Wasser gänzlich gefüllt; die Füllöffnung o liegt an der höchsten Stelle der etwas schräg ansteigenden Decke des ringförmigen Raumes, um alle Luftblasen sicher hinauszuführen. Die untere Begrenzung des Luft- und Wasserbades ist durch Trichter gebildet und vom Luftbade ein zentrales weites Rohr nach unten geführt, welches durch einen Drehschieber N geschlossen wird. Oben wird das Luftbad durch einen doppelwandigen, von einigen Röhrchen zur Aufnahme von Thermometern u. s. w. durchsetzten, mit

Wasser gefüllten Deckel (in der Figur fortgelassen) verschlossen. In den oberen Theil der cylindrischen Wand des äusseren Gefässes ist ein Rohrstutzen *R* von etwa 50 *mm* Weite eingesetzt, welcher durch eine dünne Gummimembran *M* verschlossen ist. Dieselbe steht von innen her unter dem Druck der darüber befindlichen Wassersäule und bildet eine Ausbauchung, deren Weite mit dem Flüssigkeitsdruck zunimmt und welche in dem unteren Theil der Membran entsprechend den Druckhöhen etwas grösser ist als im oberen. In den Raum vor der Membran tritt durch ein ihrer Mitte gegenüberstehendes gerade abgeschnittenes Rohr *r* das Gas ein und wird von hier zum Brenner geleitet. Auf dem Gaszuführungsrohr ist eine Hülse *h* verschiebbar, welche mit einer angelötheten ringförmigen Platte unter Einwirkung einer Spiralfeder *s* sich gegen die Membran legt. Beim Gebrauch des Apparates stellt man zunächst die gewünschte Temperatur annähernd her und schliesst dann die Füllöffnung mittels eines Stopfens dicht ab, durch den ein enges Steigrohr *t* von Glas hindurchgeführt ist. Sobald die Temperatur steigt und das Wasser sich in Folge dessen ausdehnt, steigt es im Rohre schnell an und die Druckvermehrung bewirkt eine weitere Ausbauchung der Membran, die dabei unter Ueberwindung des Widerstandes der Reibung und des Federdruckes die Hülse zurückschiebt und durch Annäherung an das Ende des Gaszuführungsrohres den Querschnitt der Gaszuführung verengt. Zur Anfangsregulirung ist das Zuführungsrohr *r* mit Gewinde versehen und gestattet durch Drehung eine Verstellung des Rohrendes gegen die Membran.

Ich fand, dass die Einrichtung in dieser Form mitunter unregelmässig funktionirte, was auf eine ruckweise Bewegung der Hülse zurückgeführt werden musste. Es ist klar, dass, so leicht man auch Hülse und Federdruck macht, stets ein gewisser Reibungswiderstand die Bewegung hindert, bis ein Ueberdruck im Steigrohr zu Stande gekommen ist, der den Widerstand überwindet, dann aber die Hülse nicht sanft und stetig, sondern ruckweise verschieben wird. Das hatte in der Regel ein Verlöschen der Flammen zur Folge, welche aus kleinen Oeffnungen eines mit dem Raum vor der Membran verbundenen ringförmig zusammengebogenen Brennerrohres *u* brannten. In Folge der sofort beginnenden Abkühlung hätte nun der Stand im Rohre sinken müssen, es trat aber das Gegentheil ein, indem das Wasser zunächst beträchtlich anstieg und dann erst zu sinken begann. Dies erklärt sich durch die gute Leitung und starke Ausstrahlung der bis dahin den Heizflämmchen ausgesetzten Metallwände. Ihre Temperatur muss behufs Wärmeabgabe an das Wasser höher sein als die des Füllwassers. Bei der Ausgleichung des Temperaturunterschiedes ziehen sie sich zusammen, verkleinern also zunächst den Wasserraum, und erst wenn die Temperatur des Wassers und der Metallwände nahezu gleich ist, tritt die Abkühlungskontraktion ein und bewirkt ein Sinken im Steigrohr. Die erwähnte Erscheinung verschwindet oder wird unmerklich, sobald die regulirende Wirkung der Membran eine stetige ist, welche jede ruckweise Bewegung gänzlich ausschliesst.

Dies habe ich vollkommen erreicht, indem ich auf das Ende des Gaszuflussrohres eine flache Kapsel *K* setzte (Fig. 2), deren der Membran zugewendete kreisförmige Endfläche mit einem ganz feinen, vertikal stehenden Spalt versehen ist. Gegen diese Fläche legt sich die Membran wegen ihrer vorhin erwähnten Form zunächst nur unten an, lässt also den Spalt frei, welcher dem Gase ungehinderten Durchtritt auf seiner ganzen Länge gestattet. Sobald in Folge der Ausdehnung des Wassers der Druck steigt, legen sich grössere Membranflächen an die Kapsel dicht an und verschliessen dem Gase den Spalt theilweise, ohne irgend einen äussern Reibungswiderstand überwinden zu müssen. Da der Spalt seine vertikale Lage behalten muss, so wird hier die Entfernung der Kapsel von der Membran durch zwei Muttern *m m* regulirt, welche das nicht drehbare Gaszuführungsrohr *r* in einer Stopfbüchse verschieben. Diese

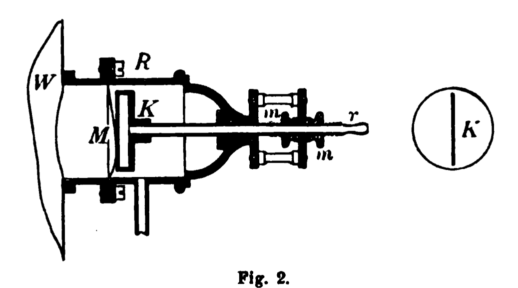


Fig. 2.

Anordnung ist auch sonst zu empfehlen, da die Verstellung des mit Schlauch verbundenen Rohres durch Drehung um seine Axe unbequem ist und keine sichere Verschiebung ergiebt. Der Ringbrenner wurde in der Höhe verstellbar angeordnet, wie Fig. 1 zeigt, um für niedere Temperaturen seinen Abstand vom Gefässboden zu vergrössern. Dadurch wird vermieden, dass einerseits die Flämmchen zu klein werden und durch Zufälligkeiten verlöschen, und dass andererseits die Erwärmung eine zu lokale ist; es wird dann eine grössere Bodenfläche von erwärmter Luft umspült und der Temperaturunterschied des Wassers und der Metallwände verringert.

Die ganze Einrichtung, welche von der Firma Sommer & Runge in Berlin geliefert wird, bewährt sich sehr gut, funktionirt ohne Störung und gestattet bei nicht zu grossen Schwankungen von Gasdruck und Zimmertemperatur die Konstanthaltung der Temperatur des geschlossenen Luftbades an allen Stellen innerhalb 0,1° C. Um in dem Luftbade bei gegebener Temperatur abdampfen zu können, wird der oben erwähnte Drehschieber N und eine oder mehrere der den Deckel durchsetzenden Röhrchen zum Theil geöffnet, um so einen Luftstrom ganz langsam durch das Bad zu führen.

Referate.

Neue selbstregistrirende Instrumente des Königl. Dänischen Meteorologischen Instituts.

(Den tekniske Forenings Tidsskrift 12. Aarg. 1888—89.)

Es werden folgende Instrumente beschrieben und zum Theil durch Figuren erläutert:

1. Rung's Barograph; mitgetheilt von G. Rung. 2. Paulsen', Prytz' und Rung's pneumatischer selbstregistrirender Wasserstandmesser, mitgetheilt von A. Paulsen. 3. Prytz' und Rung's selbstregistrirender Salzmesser, mitgetheilt von R. Prytz. 4. Rung's Pluviograph mit Sinuswaage. 5. Rung's Anemograph mit Sinuswaage. 6. Rung's Thermograph.

Von diesen Instrumenten sind No. 1, 4, 5 u. 6 in *dieser Zeitschr. 1886, S. 65* bereits besprochen worden, der Pluviograph ausserdem im Jahrgange *1884 S. 246*. Unsere Berichterstattung über die vorliegende Abhandlung kann sich somit auf die Beschreibung der beiden Apparate No. 2 u. 3 beschränken.

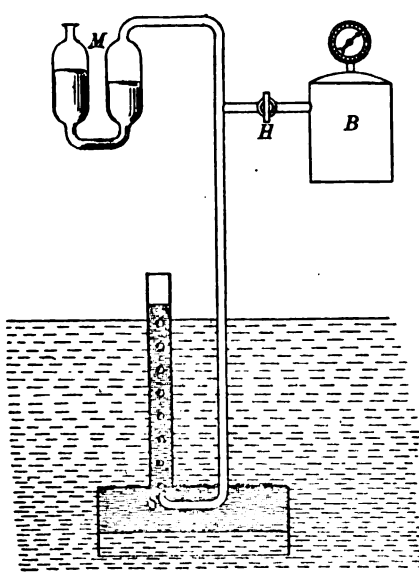


Fig. 1.

(No. 2). Das Prinzip des Mareographen oder Wasserstandmessers wird durch Fig. 1 veranschaulicht. Ein Behälter B ist mit komprimirter Luft gefüllt; vermöge des Hahnes H lässt man dieselbe langsam aus einer engen Oeffnung S ausströmen, welche sich im Wasser in einer genügenden Tiefe befindet. Indem das gerade austretende Luftbläschen dem Drucke der darüber lagernden Wassersäule ausgesetzt ist, muss auch in dem ganzen Luftleitungssysteme derselbe Druck herrschen und sich u. A. auch an dem offenen Quecksilber-Manometer M bemerkbar machen. Diese Art der pneumatischen Druckübertragung ist hier wohl zum ersten Male zur Anwendung gekommen; sie zeichnet sich dadurch aus, dass sie von den Schwankungen der Temperatur so gut wie vollkommen unabhängig ist, denn es wird beispielsweise eine Erwärmung des Leitungsrohres nur eine schnellere Aufeinanderfolge der Luftbläschen veranlassen, während der Druck, unter welchem das ein-

zelne Bläschen austritt, unverändert bleibt. — (In der Figur ist das durch die Praxis gebotene Verfahren dargestellt, die Bläschen nicht im Meerwasser selbst, sondern unter einem mit Oel gefüllten Rohre entweichen zu lassen, weil in ersterem Falle eine Verstopfung der Oeffnung durch Salz oder Pflanzen zu befürchten ist).

Die Ausführung des eigentlichen Registrirapparates zeigt nun Fig. 2. Rechts oben erblickt man das aus zwei cylindrischen Stahlröhren hergestellte Quecksilbermanometer *M*, welches mit dem kurzen Arme eines Waagbalkens *A* starr verbunden ist. Das Luftzuleitungsrohr verläuft vom Manometer aus erst nach links, zur Drehungsaxe des Waagbalkens, und von hier in einer weiten Spirale zunächst zu irgend einem festen Stützpunkte. Dieser letztere Theil des Zuleitungsrohres erleidet bei den Bewegungen des Waagbalkens geringe Biegungen; dieselben sind indessen ausserordentlich gering, weil die Registrirung — wie aus der Figur ersichtlich — nach dem vom Berichterstatter eingeführten Laufrad-Prinzip erfolgt und bei diesem der Waagbalken nur ganz geringfügige Bewegungen auszuführen hat, deren Maximum am Ende des langen Armes durch die beiden Anschlagschrauben *ss* bestimmt wird. Das Spiel des Apparates gestaltet sich nämlich in folgender Weise: Ausser der grossen Uhr *W*, welche zur Fortführung des Registrirpapieres dient, sind links oben noch zwei kleine, durch ein Differentialgetriebe in Wechselbeziehung stehende Uhrwerke *U* vorhanden, deren eines (mit gewöhnlichem Cylinder-Echappement) die grosse horizontale Schraube *SS* stets in ein und demselben Sinne dreht, sagen wir: so, dass dadurch der Wagen *V* mit dem Schreibstift *p* und dem Laufrade *L*, langsam nach rechts verschoben wird. Der hierdurch ein wenig entlastete lange Balkenarm kippt bald aufwärts und löst dadurch das andere kleine Uhrwerk (ein blosses Laufwerk mit Flügelregulirung) aus, welches vermöge seiner, etwa doppelt so schnellen Bewegung die Schraube *SS* entgegengesetzt dreht und das Laufrad nach links führt; bald kippt in Folge dessen der lange Arm wieder herab, arretirt das Laufwerk und überlässt dem anderen Uhrwerk wieder das Laufrad zur Bewegung nach rechts, und so fort. Das Laufrad behauptet dabei eine mittlere Stellung, welche dem augenblicklichen Stande des Quecksilbermanometers entspricht, begiebt sich aber beispielsweise sofort nach links, sobald das Manometer sein Drehungsmoment vergrössert. Diese mechanische Laufradführung ist von Herrn Kapit. Rung ersonnen. — Das Gewicht des Laufrades wurde bei dem Mareographen, Fig. 2, derartig bemessen, dass die Bewegung des Schreibstiftes ungefähr $^1/_{10}$ von derjenigen der Wasseroberfläche betrug. Herr Direktor Paulsen entwickelt die Theorie des Instrumentes und beweist u. A., dass Temperaturänderungen des eigentlichen Registrirapparates denselben nur in ganz verschwindender Weise beeinflussen (auf 20° Aenderung kommt nur 0,16 *mm* der Schreibstiftbewegung).

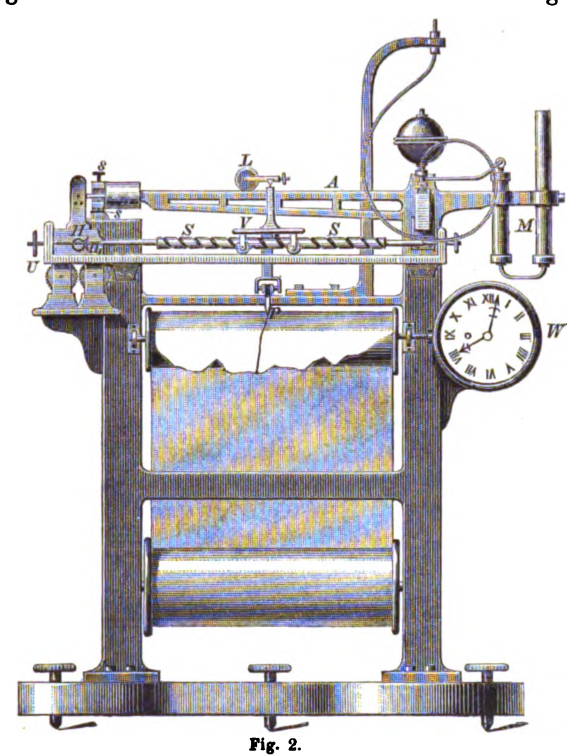


Fig. 2.

Eine Vergleichung der Angaben des Registrirapparates mit direkten Messungen an einem Pegel ist ausgeführt worden und hat befriedigende Resultate ergeben.

(No. 3). Der selbstregistrirende Salzmesser oder richtiger: der Registrirapparat für das spezifische Gewicht oder die Dichtigkeit des Seewassers wird seinem Prinzipe nach durch Fig. 3 erläutert. Die beiden Luftausflussöffnungen u und r sind im Wasser so angebracht, dass ihre Höhendifferenz vollkommen konstant bleibt. Ein Quecksilbermanometer von grossem Querschnitt steht durch die entsprechenden Gaszuleitungsröhren t und q einerseits mit u, andrerseits mit r in Verbindung; die Niveaudifferenz in beiden Schenkeln wird grösser werden in dem Maasse, wie die Dichtigkeit des Wassers zwischen u und r anwächst. Die Aenderungen des Niveaus in den beiden Schenkeln des Manometers werden nun durch einen ähnlichen Registrirapparat, wie unter Nr. 2 beschrieben, registrirt. Da es sich aber hier um weit kleinere Beträge handelt als bei den Schwankungen der Höhe des Seewassers, so hat man nicht nur den Querschnitt des Manometers recht gross gewählt, sondern ausserdem noch die beiden Schenkel auf beide Seiten des Waagbalken-Drehpunktes vertheilt. Beträgt z. B. der Abstand der beiden Mittelpunkte vom Drehpunkte 16 *cm*, der Durchmesser der Manometerschenkel 6 *cm*, die Niveaudifferenz der Ausflussöffnungen u und r 80 *cm* und das Gewicht des Laufrades 60 g, so berechnet sich die Bewegung des Schreibstiftes für eine Dichtigkeitsänderung von $^1/_{1000}$ zu etwa 3 *mm*; eine derartige Dichtigkeitsänderung kann durch eine Aenderung von 0,14 Prozent im Salzgehalte hervorgerufen werden. *Sp.*

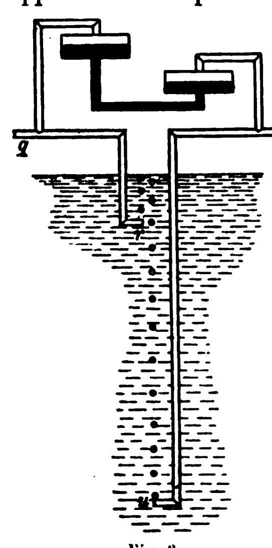


Fig. 3.

Beobachtung plötzlich eintretender Phenomene.

Von S. P. Langley. *Americ. Journ. of Science. III.* ***38.*** *S. 93.*

Während die bei astronomischen Beobachtungen auftretende persönliche Gleichung in der Regel, wenn sie nicht wie bei Anschlussbeobachtungen ohne Einfluss auf das Resultat ist, dadurch in Wegfall gebracht wird, dass man zunächst ihren Betrag möglichst genau ermittelt und diesen von der Beobachtungszeit abzieht, sucht Verf. durch Einführung einer anderen Beobachtungsmethode das Auftreten derselben überhaupt zu vermeiden. Er geht hierbei von dem Gedanken aus, dass der persönliche Fehler nicht daher rührt, dass das Ereigniss, welches beobachtet werden soll, z. B. der Antritt eines Sternes an einem Faden oder das Verschwinden und Hervortreten eines Sternes hinter der Mondscheibe, nicht rasch genug ein Bild auf der Netzhaut entwürfe — vielmehr ist dies, abgesehen von äusserst schwachen Lichteindrücken, momentan der Fall —, sondern daher, dass der Lichteindruck auf der Retina eine gewisse Zeit braucht, bisweilen eine Sekunde und darüber, bis er sich mittels der Nerven zum Gehirn fortgepflanzt hat, dort zum Bewusstsein gekommen ist und bis endlich, wenn nicht mit Aug' und Ohr, sondern mit dem Registrirapparat beobachtet wird, durch den Willen des Beobachters behufs Markirung der Beobachtungszeit die motorischen Nerven und durch diese die Muskeln in Thätigkeit gesetzt sind.

Das Wesentliche der Langley'schen Methode besteht nun darin, dass der Beobachter nicht den Moment ins Auge zu fassen hat, in dem das Ereigniss, z. B. das Hervortreten eines Sternes hinter dem Mond, stattfindet, sondern die Stelle im Gesichtsfeld, wo er es zuerst gesehen. Hierzu dient folgende ziemlich einfache Einrichtung.

Hinter dem in der Brennebene des Objektivs befindlichen Fadenkreuz sind zwei mit der einen Kathetenfläche zusammengekittete, total reflektirende Prismen angebracht, durch deren parallel stehende Hypotenusenflächen die in das Fernrohr eindringenden Strahlen zweimal total reflektirt und dadurch parallel zu ihrer Richtung verschoben werden, so dass ein Stern, der ohne Vorhandensein des Doppelprismas in der Mitte des Gesichtsfeldes erscheinen würde, näher dem Rande sichtbar ist. Lässt man das Doppelprisma durch ein Uhrwerk in jeder Sekunde eine Umdrehung machen, so beschreibt das Bild des Sternes einen Kreis.

Hat man nun das Fernrohr auf die Stelle des Mondes gerichtet, wo ein von ihm bedeckter Stern wieder zum Vorschein kommen muss, so wird es ein Leichtes sein, anzugeben, in welchem Quadranten des Gesichtsfeldes, und folglich in welchem Viertel der Sekunde das Hervortreten des Sternes stattgefunden hat, während die Sekunde selbst vom Beobachter etwa auf einem Registrirapparat markirt wird. Um statt der Viertelsekunden Zwanzigstel angeben zu können, theilte Verf. jeden Quadranten des Fadenkreuzes durch Einziehen radial gestellter Fäden in fünf Sektoren. Bei Versuchen, die mit einem künstlichen hinter einer Scheibe hervortretenden Sterne gemacht wurden, stellte sich heraus, dass selbst im Beobachten ganz ungeübte Personen noch das Zwanzigstel der Sekunde richtig erhielten.

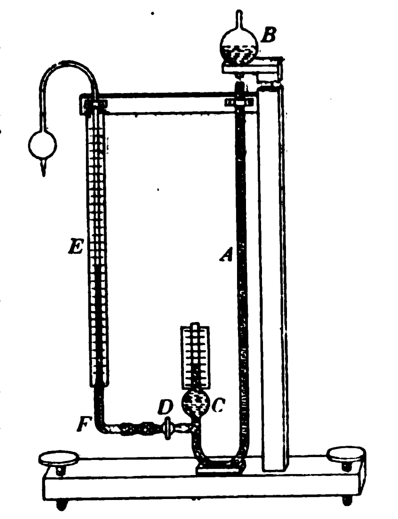
Verf. ist der Ansicht, das eben auseinandergesetzte Prinzip, die Erfassung eines Zeitmomentes durch die Beobachtung des Ortes zu ersetzen, welches sich für plötzlich eintretende Ereignisse allerdings ganz besonders zu eignen schiene, könne eine viel ausgedehntere Anwendung erfahren, als sie es bisher gefunden habe. *Kn.*

Ueber ein neues Barometer und Luftthermometer von Friedrich C. G. Müller in Brandenburg.

Wied. Annal. 1889. 36. S. 763.

Die Form des Instrumentes ist aus der beistehenden Figur ersichtlich. Das im Verhältniss zum kugelförmigen Gefässe B sehr enge Rohr A des Barometers hat unten noch die Erweiterung C (vom halben Inhalte der Kugel B), weil ohne dieselbe bei dem Neigen des Barometers das Quecksilber ganz in den langen Schenkel übertreten, und deshalb Luft eindringen würde. „Obgleich dieses umgekehrte Gefässbarometer als solches ein bequemes und zuverlässiges Instrument ist, zeigt sich sein wesentlicher Vorzug erst in Verbindung mit dem Luftthermometer. Es hat nämlich die interessante Eigenschaft, dass alle Punkte des offenen Schenkels unterhalb der Kuppe unter einem konstanten, von den Luftdruckschwankungen unabhängigen Drucke stehen".

Diese Eigenthümlichkeit hat, wie man leicht sieht, darin ihren Grund, dass für einen solchen Punkt der hydrostatische Druck der Quecksilbersäule in fast genau demselben Betrage zunimmt, um welchen derjenige der Atmosphäre sich vermindert. In um so höherem Grade zeigt sich diese in der That sehr bemerkenswerthe Eigenschaft entwickelt, je mehr der Querschnitt des kurzen Schenkels gegen den der Kugel B verschwindet. (Leider gewinnt aber fast in demselben Maasse die Temperatur des Quecksilbers an Einfluss auf den Stand des zur Ablesung gelangenden unteren Niveaus; im Grenzfalle eines verschwindend engen Rohres A beträgt das Sinken ungefähr 1 *mm* für $7^1/_2{}^\circ$ Temperatursteigerung. Dieser Einfluss kann indessen dadurch fast gänzlich vermieden werden, dass man die Kammer B nach unten hin bedeutend verlängert, nahezu bis zur Länge des mittleren Barometerstandes.)



Aus der Figur ist zu ersehen, wie das Luftthermometer mit jenem Barometer verbunden wurde, um dasselbe dem Einflusse der Luftdruckschwankungen zu entziehen. Als Sperrflüssigkeit dient mit Indigo gefärbte konzentrirte Schwefelsäure. Die Füllung geschieht in der Weise, dass man mit Hilfe einer Pipette 2 *ccm* Säure in die Krümmung von F bringt und dann die Schlauchverbindung mit dem Hahnrohr D herstellt. Wird hierauf die Spitze an der Thermometerkugel abgebrochen und der Hahn langsam geöffnet, so füllt sich F mit Quecksilber, und die Säure wird zu der gewünschten Höhe in E getrieben. Nachdem die Spitze wieder zugeschmolzen, wird die Skale empirisch hergestellt, indem man die Kugel neben einem feinen Quecksilberthermometer in Wasser von verschiedenen

Temperaturen eintaucht. (In einem besonderen Falle hatte ein Réaumur-Grad eine Länge von 10,9 *mm*.)

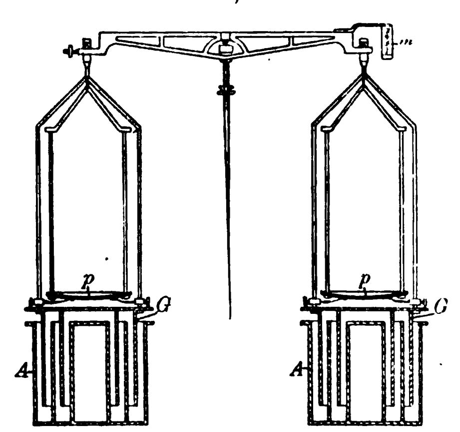
Der Einfluss der Zimmertemperatur auf die Luft im Kapillarrohre kann ziemlich genau durch den Einfluss auf die Schwefelsäure und das Quecksilber kompensirt werden. „Das beschriebene Luftthermometer zeigt zuerst den wesentlichen Vortheil einer äusserst bequemen Ablesung, welche für ein normales Auge noch aus 6 *m* Entfernung auf 0,1° genau erfolgen kann. Zweitens übertrifft es das Quecksilberthermometer bei Weitem an Empfindlichkeit gegen plötzliche und schnell vorübergehende Temperaturschwankungen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ja der Apparat neben dem Thermometer auch ein gutes Barometer enthält". *Sp.*

Aperiodische Präzisionswaage mit direkter Ablesung der kleineren Gewichte.

Von M. P. Curie. *Compt. Rend.* ***108.*** *S. 663.*

Das Eigenthümliche dieser für wissenschaftlichen und technischen Laboratoriumsgebrauch bestimmten Waage besteht in der Beseitigung der Schwingungen durch Anordnung einer Luftdämpfung; die schnell sich herstellende Ruhelage wird dann mikrometrisch abgelesen. Die Dämpfung der Schwingungen wird durch zwei Systeme ineinander greifender Doppelglocken bewirkt. Jedes Gehänge trägt unterhalb der Schale *p* eine nach unten offene Doppelglocke *G*, welche die Schwingungen des Balkens mitmacht. Jede dieser Glocken *G* ragt in ein am Gestell befestigtes, ähnlich gestaltetes, unten geschlossenes Gefäss *A* mit hinreichendem Spielraum, um jede Berührung zwischen *G* und *A* auszuschliessen. Wird durch Mehrbelastung einer Schale der Balken in Bewegung gesetzt, so wird die sinkende Glocke Luft aus ihrem Gefässe verdrängen, die steigende Glocke solche ansaugen. Da die Luft auf dem langen Wege durch die schmalen ringförmigen Räume nicht augenblicklich zu folgen vermag, so entstehen Druckdifferenzen, welche der wirkenden Kraft, d. h. dem Uebergewicht proportional sind und den Balken nicht mehr frei schwingen lassen. Derselbe erreicht unbelastet nach einer, mit Maximalbelastung nach höchstens zwei bis drei kurzen Halbschwingungen seine Ruhelage. Diese Stellung wird an einer auf photographischem Wege hergestellten Skale *m*, welche 20 bis 50 Theilstriche auf die Länge eines Millimeters enthält, mittels eines am Gestell befestigten Mikroskopes abgelesen. Die Eintheilung ist eine geradlinige und die Ablesungen entsprechen den Tangenten der Neigungswinkel, sind mithin den Gewichtsdifferenzen proportional.

Beim Beginn der Wägung setzt man wie bei jeder gewöhnlichen Waage eine Reihe von Gewichten auf, soll aber das Aufsetzen der kleinsten Gewichte dabei ersparen, da durch die genaue Ablesung der Balkenneigung in der Ruhelage die Differenz der Belastung beider Schalen mit grosser Annäherung (bis auf 0,1 *mg*) ermittelt wird. Verf. nennt als Bedingung für die Unabhängigkeit der Empfindlichkeit von der Belastung, dass die drei Schneiden in einer Ebene liegen; dies soll wohl heissen, dass sie diese Lage bei allen Belastungen beibehalten. Mit Rücksicht auf die Genauigkeit, mit der die Mikroskopablesungen ausgeführt werden, soll man die Empfindlichkeit, d. h. den einem bestimmten Uebergewicht entsprechenden Ausschlagwinkel viel kleiner wählen, indem man den Abstand des Balkenschwerpunktes von der Drehungsaxe beträchtlich vergrössert. Wäre beispielsweise bei einer 500 *g* Waage gewöhnlicher Konstruktion bei 0,1 *mg* Empfindlichkeit dieser Abstand 0,02 *mm*, so soll derselbe bei einer Waage neuer Konstruktion bei gleicher Leistung auf 2 *mm* gebracht werden können. Dies soll eine grössere Unabhängigkeit der Empfindlichkeit von der Belastung durch Verminderung des



Einflusses der Durchbiegung herbeiführen; es ist dies indess nicht der Fall, sobald man nicht die prozentliche Aenderung der Empfindlichkeit, sondern den hier in Betracht kommenden, einer bestimmten Balkenneigung entsprechenden absoluten Werth des Uebergewichtes ins Auge fasst. Ausserdem wird durch Vergrösserung des Abstandes des Schwerpunktes von der Drehaxe die der Quadratwurzel dieser Grösse proportionale Schwingungsdauer wesentlich abgekürzt.

Die schnelle Verbreitung, welche die kurzarmige Waage namentlich für chemische Wägungen gefunden hat, zeigt, dass man eine Beschleunigung derartiger Wägungen seit Langem angestrebt hat. Die vorstehend beschriebene Einrichtung ist ebenfalls und lediglich aus diesem Bestreben entstanden und es kann zugegeben werden, dass sie für diejenigen Aufgaben der technischen Chemie, welche an die Schnelligkeit der Wägung grosse, an ihre Genauigkeit geringe Anforderungen stellen, mit grossem Vortheil verwendbar ist. Dagegen ist ihre Verwendbarkeit für feine und feinste physikalische Massenbestimmungen zu verneinen. Eine blosse Verfeinerung der Ablesung derjenigen Stellung, in welcher der Balken unter dem Einfluss der Dämpfung zur Ruhe kommt, ist nicht gleichbedeutend mit genauerer Bestimmung der statischen Gleichgewichtslage, wie sie durch Beobachtung freier Schwingungen mit grosser Annäherung gewonnen wird. Bei dieser Einrichtung werden vielmehr alle Unvollkommenheiten der Gestalt und Justirung der Schneiden, sowie alle sonstigen störenden Einflüsse, deren Ausschliessung die ganze Sorgfalt des Wägenden in Anspruch nimmt, in ungleich höherem Maasse ihre Wirkung üben, ohne erkannt werden zu können, als bei der gewöhnlichen Waage. Die Unsicherheit der Wägungsergebnisse wird mit der Schneidenabnutzung und dem dadurch vermehrten Reibungswiderstande erheblich steigen, während diese Ursachen beim gewöhnlichen Wägungsverfahren sich nur in einer etwas stärkeren, für die Bestimmung der Gleichgewichtslage unschädlichen, Schwingungsabnahme kund geben. *P.*

Eine neue Thermometerskale.

Von G. Forbes und W. Preece. *The Electrician,* **23.** *S. 495. September 1889.*

Nachdem von dem Elektrikerkongress zu Paris (1889) als technische Einheit der Arbeit ein Joule (= 10^7. *C. G. S.* Arbeitseinheiten) zu Grunde gelegt worden ist, d. h. die von einem Ampère in einem Ohm während einer Sekunde aufgewandte Energie, und als technische Einheit der Kraft ein Watt (= 10^7 *C. G. S.* Krafteinheiten), schlagen Forbes und Preece vor, die hunderttheilige Thermometerskale diesen beiden Definitionen entsprechend zu aichen, um auch für die Temperatur ein absolutes Maass zu erhalten. Die von *C Ampère* während *T Sekunden* in einem Stromkreis von *R Ohm* Widerstand erzeugte Wärmemenge beträgt *R C T Joule.* Nimmt man nun das mechanische Wärmeäquivalent zu 42 140 000 *Erg* oder 4,2 *Joule*, so bedeutet das: 4,2 *Joule* sind erforderlich, die Temperatur eines Gramm Wasser (von 4 ° C.) um 1 ° C. zu erhöhen, oder 1 *Joule* erhöhe die Temperatur eines Gramm Wasser um 0,238 ° C. Theilt man die Thermometerskale vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt des Wassers in 420 gleiche Theile, dann entspricht jedem Theilstrich eine in diesem Sinne definirte *C. G. S.* Temperatureinheit. Um ein Gramm Wasser vom Gefrierpunkt zum Siedepunkt zu erwärmen, sind dann 420 *Joule* erforderlich. — Von Professor *Potier* ist gegen diese Definition der Einwand erhoben worden, dass das mechanische Aequivalent der Wärme nicht genau genug bestimmt sei, um diese Thermometerskale einzuführen; Temperaturmessungen würden danach noch nicht eine Genauigkeit von 1 % erzielen. *B.*

Ueber eine Methode, Stimmgabeln elektromagnetisch zu erregen.

Von W. G. Gregory. *The Electrician,* **24.** *S. 17. November 1889.*

Bei der gewöhnlich benützten Methode, Stimmgabeln elektromagnetisch zu erregen, wird der Stromkreis unmittelbar vor dem Ende der Schwingung geschlossen und unmittelbar nach dem Beginn der Rückwärtsbewegung wieder geöffnet, so dass die Gabel den

Impuls im ungeeignetsten Zeitpunkt empfängt. Das Eintreten des Impulses kann jedoch verzögert werden, wenn in den Normalkreis ein Solenoïd eingeschaltet und in dieses ein Eisenkern eingeführt wird. Bei dieser von Gregory vorgeschlagenen Methode erhält die Gabel den Impuls im Augenblick ihrer grössten Geschwindigkeit. Die wie gewöhnlich montirte Gabel ist mit einem Elektromagneten und einem einpoligen Quecksilberkontakt versehen; anstatt aber den Strom durch den Elektromagneten zu leiten, schaltet Gregory in den Stromkreis die primäre Spule eines Transformators, dessen sekundäre Spule den Elektromagneten erregt. Die bei Schliessung und Oeffnung des Stromkreises induzirten Ströme gehen in abwechselnd entgegengesetzter Richtung um den Eisenkern des Elektromagneten, die Gabel wird dadurch polarisirt und erhält während jeder ganzen Schwingung zwei Impulse, die abwechsend als Anziehung und Abstossung im Sinne der Gabelbewegung wirken. Um die Funken am Quecksilberunterbrecher zu vermeiden, wird ein Kondensator in bekannter Weise eingeschaltet. Zur Erregung der von Gregory speziell beschriebenen Gabel (20 *cm* lange Zinken, 18 *mm* Oeffnung) genügt ein kleiner Akkumulator mit einem Strom von 2 *Ampère*. — Verfasser beschreibt ausserdem eine zweite Methode, bei deren Anwendung eine geringere elektrische Arbeit genügt, die aber die Benutzung zweier Quecksilberkontakte erfordert. *B.*

Neu erschienene Bücher.

Der Kompass an Bord. Ein Handbuch für Führer von eisernen Schiffen. Herausgegeben von der Direktion der deutschen Seewarte. Hamburg. L. Friederichsen & Co. 1889.

Von diesem wichtigen Werke, durch welches die verdienstvolle deutsche Seewarte in Hamburg wieder ein erfreuliches Zeichen ihrer sorgsamen Thätigkeit liefert, interessiren die Leser dieser Zeitschrift am meisten diejenigen Theile, die dem rein instrumentellen Gebiete, der Beschreibung, Theorie, Prüfung und Aufstellung des Kompasses nämlich, gewidmet sind.

Die Kompasstechnik hat seit dem Erscheinen des *Handbuches der nautischen Instrumente, Berlin 1882*, namhafte Fortschritte aufzuweisen; vorzüglich haben deutsche Mechaniker, wie Plath, Ludolf und Hechelmann durch ihre Rosen höchste Stabilität und Empfindlichkeit, unter Berücksichtigung der schon von Thomson aufgestellten allgemeinen Grundprinzipien zu erreichen getrachtet. Das Erscheinen eines neuen Werkes, welches den Seemann ebenso gut wie den Techniker mit der neuesten Errungenschaft der Theorie und Praxis bekannt macht, wie es eben bei dem oben angezeigten Werke der Fall ist, war somit ganz zeitgemäss. Es fällt einigermaassen auf, dass der Flüssigkeitskompass hierbei nur geringe Berücksichtigung erfährt; hier wäre es gerathen gewesen, die Einrichtungen zu leichteren Untersuchungen und Wechseln von Pinne und Spitze näher zu beschreiben. Dafür hätten wir gewisse Instrumente, die nur theoretischen Werth haben und auf praktische Verwendbarkeit wohl ganz verzichten müssen, wie z. B. den Peichl'schen Kontrolkompass, mit Rücksicht auf die nähere Bestimmung des Buches lieber ganz ausgelassen oder höchstens nur so kurz behandelt, wie dies in richtiger Würdigung des wahren gebotenen Nutzens für die mechanischen Dromoskope geschehen ist.

Wofür aber der praktische Seemann, dem das Buch Belehrung verschaffen soll, den Herausgebern zu Dank verpflichtet sein muss, ist die klare und dabei doch genügend kurze Fassung der nöthigen Erklärungen und Auseinandersetzungen. Bei solchen Werken handelt es sich doch immer vorzüglich darum, dass der sonst viel beschäftigte, mit einer unendlichen Verantwortung behaftete Schiffsführer in der Lage sei, die nöthigen Aufklärungen ohne Zeitverlust sich anzueignen und dabei doch völlige Sicherheit erlange. Und diesen Zweck wird das Handbuch ganz gewiss erreichen. *E. Gelcich.*



Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 13. Dezember 1889. Vorsitzender: Herr Direktor Dr. Loewenherz.

Herr Dr. Pernet erläuterte an der Hand einiger Zeichnungen die Konstruktion des neuen Edison'schen Phonographen und führt ein Exemplar desselben vor.

Der Vorsitzende kündigte den Statuten gemäss einen von dem Vorstande der Gesellschaft beschlossenen Antrag auf Statutenänderungen an, welcher der im Januar tagenden Generalversammlung vorgelegt werden soll und die Heranziehung der auswärtigen Mitglieder zu Vorstandsämtern bezweckt; nach dem Antrage soll die Zahl der Beisitzer um sechs vermehrt werden, welche ihren Wohnsitz ausserhalb Berlins haben können.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

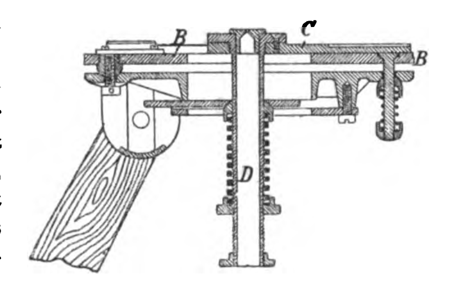
Die Firma C. Zeiss in Jena hat durch Rundschreiben von einer Veränderung in der Zusammensetzung ihrer Direktion Mittheilung gemacht. Da dieselbe weitere Kreise interessiren dürfte, möge sie an dieser Stelle Platz finden.

Der bisherige Generalbevollmächtigte der Firma, Herr Dr. Ernst Abbe, ist am 29. November 1889 als offener Gesellschafter des Herrn Dr. Roderich Zeiss in die Firma eingetreten und hat zugleich die Geschäftsleitung derselben in Folge getroffener Vereinbarung allein übernommen. — Gleichzeitig ist dem Herrn Dr. Otto Schott in Jena Prokura für die Firma ertheilt und ausserdem auch Herr Siegfried Czapski in Jena bevollmächtigt worden, die Firma in allen Angelegenheiten der Geschäftsführung zu vertreten.

Patentschau.

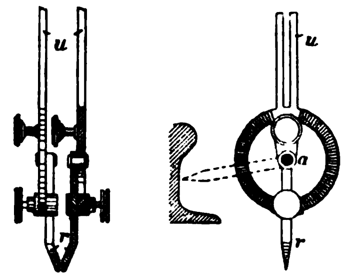
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Zentrirvorrichtung für Stative. Von O. Fennel in Kassel. No. 48147 vom 12. Dezember 1888.



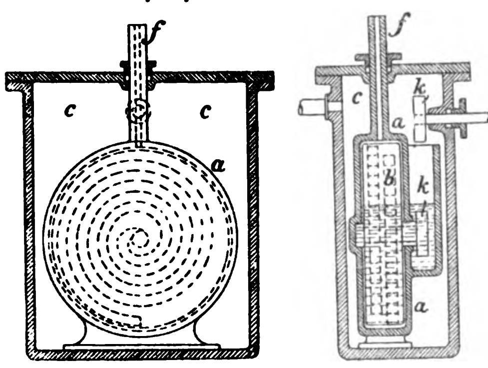
Die Zentrirvorrichtung für Stative wird gebildet aus einer Instrumententragplatte *C*, die auf einer horizontal einstellbaren Stativplatte *B* verschiebbar ist und im Mittelpunkt ein senkrecht zu ihr gerichtetes, mit einem Diopter ausgerüstetes Rohr *D* trägt, mit Hilfe dessen unter Verschiebung der Platte *C* die Axe des Rohres und damit die Vertikalaxe des aufzustellenden Instruments über den gegebenen Punkt gebracht werden kann.

Instrument zur Aufnahme von Profilen, insbesondere der Profile von Eisenbahnschienen und Radflanschen. Von W. Schilling in Stettin. No. 47878 vom 18. Dezember 1888.



Das vorliegende Instrument zeichnet das Profil auf eine Tafel, bezw. auf einen an derselben befestigten Papierbogen auf. Der Schreibstift befindet sich an einem in zwei sich rechtwinklig kreuzenden Richtungen beweglichen Schieber, welcher mit den an *u* drehbar angebrachten zwei Fahrstiften *r* ausgerüstet ist. Letzteren kann durch Drehung um *a* und Verstellung auf dem Schieber eine solche Lage bezw. Neigung gegeben werden, dass auch Unterschneidungen des Profils kein Hinderniss der Aufnahme bilden. Die beiden Fahrstifte werden abwechselnd benutzt, derart, dass immer der eine Stift von da an zur Benutzung kommt, wo die weitere Befahrung des Profils durch den andern wegen der besonderen Form des Profils nicht mehr möglich ist. In diesem Falle wird zunächst der zweite Fahrstift unter passender Neigung auf den durch den ersteren bezeichneten Punkt eingestellt, und erst dann die Entfernung des eben benutzten Fahrstiftes bewirkt.

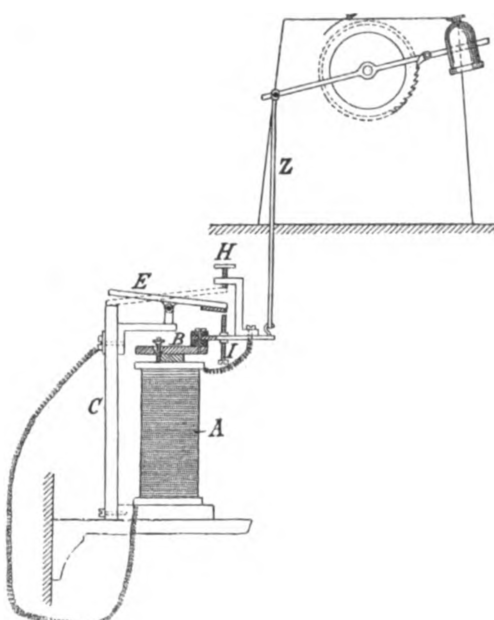
Quecksilberluftpumpe. Von Fritsche & Pischon in Berlin. No. 47794 vom 8. November 1888.



Diese Quecksilber-Spiralpumpe besteht aus einem kapselartigen, durch das Rohr *f* mit dem zu entluftenden Raum verbundenen Gehäuse *a*, in welchem sich um eine horizontale Axe eine Scheibe *b* dreht, die von spiralig gewundenen Kanälen durchzogen ist. Bei der Rotation dieser Scheibe taucht dieselbe zeitweise in Quecksilber; in den Spiralenkanal tritt also abwechselnd Luft und Quecksilber ein, so dass die Luftvolumina durch das nachfolgend eingenommene Quecksilber fortgedrückt werden. Durch die hohle Welle der Scheibe tritt demnach abwechselnd Luft und Quecksilber in den Raum *c*; das Quecksilber kann durch eine Oeffnung in die Kapsel *a* zurückfliessen, die Luft wird durch eine zweite, mit der vorliegenden gemeinsam benutzte Luftpumpe gewöhnlicher Konstruktion aus *c* fortgeschafft.

Der Antrieb der Scheibe *b* erfolgt entweder durch die Kettenräder *k* und eine Kette oder auf andere Weise.

Kontakt-Anordnung für Aufziehvorrichtungen elektrischer Triebwerke. Von L. Hoppe und G. Hoppe in Cöthen. No. 47463 vom 19. Juli 1888.



In den Stromkreis des Elektromagneten *A*, welcher die mit dem Aufziehhebel verbundene Stange *Z* beeinflusst, ist der Anker *E* eines permanenten Magneten *C* in der Weise eingeschaltet, dass, wenn das eine Ende dieses als doppelarmiger Hebel ausgebildeten Ankers am Magneten anliegt, jener Stromkreis geschlossen ist. Der Elektromagnet *A* zieht dann seinen Anker *B* an, wodurch das Triebwerk um ein Stück aufgezogen wird, und wobei gleichzeitig, indem die mit *B* verbundene Schraube *H* den Anker *E* mit sich nimmt, der Stromkreis wieder unterbrochen wird. Beim Ablauf des Triebwerks geht die Stange *Z* in die Höhe, die Schraube *J* stösst an den Anker *E* und bringt denselben in das magnetische Feld des zugehörigen Magneten, so dass *E* angezogen wird und das Spiel von neuem beginnt.

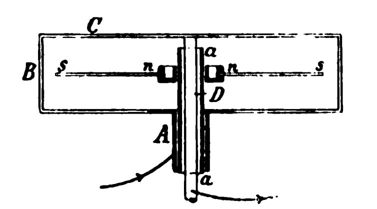
Elektrischer Kolbenmanometer-Lothapparat. Von A. J. Cooper und E. E. Wigzell in London. No. 47759 vom 27. Juli 1888.

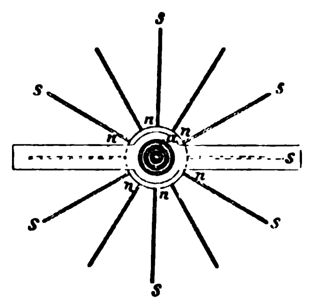
Die Stange *C* des einerseits unter dem Druck einer Feder, andrerseits unter dem Wasserdruck stehenden Kolbens ist mit Rillen *c* versehen, in welche ein auf dem federnden Stab *d* leicht verschiebbarer Klotz *D* eingreift. Bei der Lothung verschiebt sich *C* und nimmt den Klotz *D* mit sich, bis derselbe an den oberen Bund *b* anstösst, worauf er stehen bleibt. Bei der weiteren Bewegung von *C* wird der Klotz *D* durch jeden zylindrischen Abschnitt gegen den beweglichen Bolzen *E* gedrückt, welcher die Kontaktfedern *ee* mit einander in Berührung bringt und dadurch den Stromkreis eines an Bord befindlichen elektrischen Zeiger- oder Registrirwerks schliesst. Jeder Uebergang des Klotzes von einer Rille zur andern bewirkt einmal Stromschluss und einmal Stromunterbrechung, und in Folge dessen auch einmal die Inthätigkeitssetzung des Zeigerwerks u. s. w. Beim Rückgang der Kolbenstange wird *D* zwar ebenfalls in Schwingungen versetzt, dieselben haben aber, da *D* im vorliegenden Falle auf dem unteren Bund *b* ruht, keinen Einfluss auf das Kontaktwerk.

Die Patentschrift enthält mehrere Abarten dieser Vorrichtung, sowie ausführlichere Angaben über die Konstruktion des eigentlichen Lothes.

Elektricitätszähler. Von J. G. Munker in Nürnberg. No. 47417 vom 29. Mai 1888.

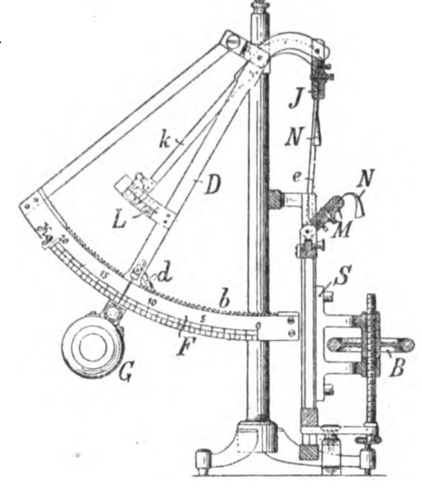
Bei diesem Elektricitätszähler (Coulombmeter) kommt ein Magnetsystem zur Anwendung, das aus einer oder mehreren sternförmig angeordneten Magnetnadeln *n s* besteht und welches von einer Reihe von Stromleitern *ABCD* umgeben ist. Diese sind neben oder hintereinander geschaltet und oberhalb und unterhalb des Magnetsystems radial und durch die hohle Axe *a* geführt. Die so angeordneten Stromleiter ertheilen dem Magnetsystem ein Drehmoment, welches in beliebiger Weise auf ein Zählwerk übertragen wird.





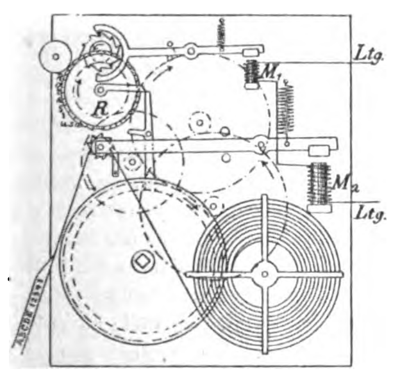
Vorrichtung zum Messen der Dehnbarkeit und Zerreissfestigkeit. Von L. Schopper in Leipzig. No. 47745 vom 9. November 1888.

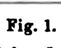
Das Prüfstück *N* (Papierstreifen oder dergleichen) wird zwischen die an dem Hebel *D* angebrachte Klemme *J* und die mit dem Schlitten *S* verbundene Klemme *M* eingespannt und durch Verschiebung des Schlittens *S* mit Hilfe des Handrades *B* der Wirkung des auswechselbaren Gewichts *G* am Hebel *D* unterworfen, deren Grösse an der Skale *F* abgelesen wird. Den kraftmessenden Theil der Festigkeitsmaschine bildet somit eine Neigungswaage. Ein Sperrwerk *d b* hindert den Rückgang des Hebels *D*, wenn die Zerreissung des Streifens erfolgt. Um nun bei dieser Einrichtung auch die Dehnung ablesen zu können, ist mit der unteren Klemme *M*, bezw. mit dem Schlitten eine Zugstange *e* verbunden, welche den zu *D* relativ beweglichen Hebel *k* der Grösse der Dehnung entsprechend zum Ausschlag bringt, da die untere Klemme der Dehnung wegen einen grösseren Weg beschreibt, als die obere, an dem Hebel *D* angehängte. Der Ausschlag des Hebels *k* wird mittels einer an *D* befestigten Skale *L* bestimmt.



Typendrucktelegraph. Von Siemens & Halske in Berlin. No. 47406 vom 24. August 1888.

Dieser Typendrucktelegraph ist für synchronisch erfolgende gleichlautende Zeichenabgaben nach verschiedenen Orten bestimmt und besteht aus einem Geber und einer beliebigen Anzahl von Empfängern. Mit der rotirenden Drehaxe *x* des Gebers, Fig. 2, laufen zwei von ihr isolirte Kontaktfedern c^1 und c^2, von denen die erstere c^1 mit den — der Anzahl nach den verschiedenen Typen gleichen — Zähnen einer Stromunterbrechungsscheibe *S* Kontakt macht, wobei ein be-




Fig. 1.

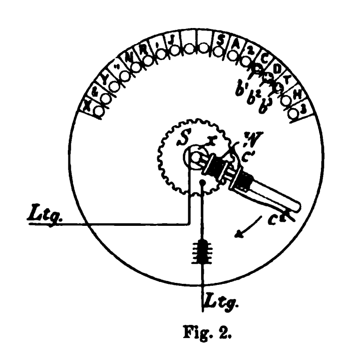


Fig. 2.

sonderer Widerstand *W* in den Strom eingeschlossen bleibt, während die andere Kontaktfeder c^2 einen Kontakt herstellt, wenn sie mit Anschlägen $b^1\, b^2\, b^3$ . . . in Berührung tritt, die durch den Druck auf zugehörige — bestimmten Typen entsprechende — Tasten *C D T* . . . . in die Rotations-

bahn der Kontaktfeder c^2 gebracht werden. Durch den so hergestellten Kontakt wird die Ausschaltung des obengenannten Widerstandes bewirkt. Die Empfänger sind derart konstruirt und mit dem Geber durch Leitungen verbunden, dass bei jedem durch Kontaktfeder c^1 bewirkten Stromschluss ein auf schwächeren Strom ansprechender Elektromagnet M_1 (Fig. 1) die Drehung eines die Typen tragenden Rades R um den Betrag der Entfernung zweier einander benachbarten Typen verursacht und bei jeder durch die Kontaktfeder c^2 hervorgebrachten Ausschaltung des obengenannten Widerstandes noch einen zweiten auf einen kräftigen Strom ansprechenden Elektromagnet M_2 zur Wirkung bringt, der das Andrücken eines endlosen Papierstreifens gegen das Typenrad R bewirkt.

Für die Werkstatt.

Anbohren von Drehstücken ohne Anwendung der Drehbank. Von B. Pensky.

Drehkörper, welche einer länger andauernden Bearbeitung bei hohen Anforderungen an die Genauigkeit der herzustellenden Körper unterworfen werden sollen, wie Mikrometerschrauben, Axen und dergl., versieht man an den Enden mit kegelförmigen, an der Spitze gehärteten Einsätzen, und führt die Dreharbeit zwischen feststehenden Hohlkörnern aus. C. Reichel hat auf die Mängel dieser Einrichtung bei nicht völligem Zusammenfallen der Kegelaxen hingewiesen (*Loewenherz, Bericht über die wissensch. Instrumente auf der Berl. Gew. Ausstellung 1879. S. 179*); derselbe verwendet kleine harte Stahlkugeln, welche an konischen Stielen sitzend mit diesen in den Enden des Arbeitsstückes befestigt werden. Diese theoretisch völlig einwandsfreie Methode hat sich praktisch vorzüglich bewährt. Für viele Fälle sind aber beide Methoden zu kostspielig und es wird, bei etwas eingeschränkten Anforderungen an die Genauigkeit, das Drehen zwischen Spitzen angewendet. Abgesehen von den jetzt wohl seltenen Fällen, wo dies nach blossem Ankernen des Werkstückes geschieht, — ein Verfahren, welches in gleicher Weise Werkstück und Werkzeug gefährdet, — bohrt man Spurlöcher für die Drehbankspitzen vor. Dies geschieht bei längeren Stücken meist, indem man das beiderseits angekernte Stück mit der Spitze gegen einen laufend eingespannten Bohrer drückt. Kürzere Stücke werden oft in ein Klemmfutter gespannt, der vordere angekernte Punkt laufend gerichtet und das Loch gebohrt, dann das Stück umgedreht und das zweite Loch gebohrt. Dabei ist es meist nicht zu erreichen, dass beide Kernpunkte in der Drehaxe sich befinden und in Folge dessen stehen die vorgebohrten Löcher geneigt zur Drehaxe und zu einander und mit der während der Bearbeitung eintretenden Ausnutzung tritt eine fortdauernde Aenderung der Rotationsaxe ein, das Stück bleibt nicht laufend. Diesen Uebelstand beseitigt ein Verfahren, dessen sich Herr Reichel bedient, um völlig konaxiale Löcher anzubohren und zwar, was namentlich in kleineren Werkstätten, in denen alle Drehbänke stark besetzt sind, wesentlich ist, ohne Anwendung der Drehbank. Zu diesem Behufe wird in den Schraubstock ein guter Bohrer eingespannt, um das beiderseits angekernte Drehstück die Schnur des Bohrbogens geschlungen und der eine Kernpunkt gegen die Brustleier, der andere gegen den Bohrer gesetzt. Bei Bewegung des Bohrbogens rotirt nun das Stück stets um die Verbindungslinie der Bohrspitze und der Brustleierspitze als Axe, vorausgesetzt natürlich, dass der Bohrer frei schneidet, also kein Theil seines Schaftes die Wände des gebohrten Loches berührt. Man kann auf diese Weise Stücke von ziemlicher Länge gut gerade durchbohren.

Im Anschluss hieran sei es gestattet, auf eine andere Ursache der allmäligen Aenderung der Rotationsaxe auch bei konaxial vorgebohrten Löchern hinzuweisen, welche leider von vielen Mechanikern nicht gebührend gewürdigt wird. Es ist dies eine unregelmässige, zum vorgebohrten Loche unsymmetrische Gestalt der Endfläche. Tritt während der Dreharbeit eine Ausnutzung des vorgebohrten Loches ein, so bildet sich vorn ein der Gestalt der Drehbankspitze entsprechender Hohlkegel. Steht die Endfläche des Drehstückes schief zur Rotationsaxe, so werden nicht alle Seiten des Hohlkegels gleich lang, die Reibungsflächen demnach nicht symmetrisch zur Mitte vertheilt sein und die Abnutzung eine radiale Verschiebung der Kegelaxe nach der Richtung zur Folge haben, in welcher die Abnutzungsfläche am kleinsten war. Es erhellt daraus die Nothwendigkeit, zu Beginn der Dreharbeit die Endflächen gerade zu stechen und — was häufig versäumt wird — den innersten um die Spitze stehenbleibenden Rand vorsichtig mit der Feile zu entfernen; dann lässt sich auch, bei gut gebohrten Löchern, zwischen Spitzen eine ziemlich genaue Dreharbeit erzielen.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.



Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

X. Jahrgang. **Februar 1890.** Zweites Heft.

Der Einfluss der Abkühlung auf das optische Verhalten des Glases und die Herstellung gepresster Linsen in gut gekühltem Zustande.

Mittheilung aus dem Glastechnischen Laboratorium von Schott & Gen. in Jena.

Von den Optikern, welche sich mit der Anfertigung grösserer Objektive für Fernröhre beschäftigen und gewohnt sind, für solche nur genau sphärische Flächen anzuwenden, ist schon seit sehr langer Zeit über den theilweise sehr mangelhaften Zustand der Kühlung der für solche Arbeiten bestimmten Scheiben Klage geführt worden. Aus diesem und anderen Gründen ist es seit Beginn unserer Fabrikation optischen Glases unser Bestreben gewesen, Verbesserungen einzuführen. Das bisherige Verfahren, den Abfall der Temperatur des rothglühenden Glases in einem allseitig umschlossenen Ofen vorzunehmen, dessen im Mauerwerk angesammelter Wärmevorrath allmälig an die Luft abgegeben wird, haben wir für feinere Zwecke aufgegeben und dafür die Einrichtung getroffen, die Gläser geeignete Zeit in einem Raume unterzubringen, dessen Temperatur genau gemessen und durch eine selbthätige Vorrichtung einem beliebig lange ausgedehnten allmäligen Abfall unterworfen wird.

Die Vorarbeiten, welche für die Ausführung dieser Kühlmethode nothwendig waren, haben uns Gelegenheit gegeben, den Einfluss der Spannung auf das optische Verhalten des Glases eingehender zu untersuchen. Wir werden über diesen Gegenstand in dieser Zeitschrift später ausführlicher berichten; hier seien nur die für die praktische Optik wichtigsten Ergebnisse kurz angeführt:

1) Jedes Glas ist gespannt, d. h. die kleinsten Theilchen im Inneren befinden sich in einem Zustande der Dehnung bezw. Pressung, wenn der Uebergang aus dem erweichten in den festen Zustand nicht sehr langsam vor sich geht.

2) Der Brechungsexponent ein und desselben Glasstückes ist verschieden je nach der Schnelligkeit des Verlaufes der Kühlung; er ist um so niedriger, je schneller der Kühlprozess verläuft; der Unterschied kann mehrere Einheiten der dritten Dezimale betragen.

3) Zeigt eine Linse oder kreisrunde Scheibe bei sorgfältiger Untersuchung im polarisirten Licht während einer vollständigen Drehung um ihre optische Axe ein regelmässiges, in keiner Stellung verzerrtes schwarzes Kreuz, so ist die Spannung als eine regelmässige anzusehen. Das Vorhandensein einer solchen Spannung in mässigem Grade äussert sich in derselben Weise wie eine geringe Verminderung des Brechungsindex nach der Axe hin. Durch die symmetrische Anordnung zur Axe ist sie ohne nachtheiligen Einfluss auf die Beschaffenheit des Bildes.

4) Zeigt eine Linse oder kreisrunde Scheibe bei der Untersuchung im polarisirten Licht während der Drehung um ihre Axe in einer oder in mehreren Stellungen



ein verschobenes schwarzes Kreuz oder eine sonstige verzerrte Figur, so ist die Spannung unregelmässig. Der Einfluss einer solchen zur Axe unsymmetrischen Spannung äussert sich in derselben Art, wie wenn das Glas an verschiedenen Stellen der Linse ein verschiedenes Brechungsvermögen hätte.

Derartige Gläser sollten für etwas grössere Objektive überhaupt nicht verwendet werden. Bei schwächeren Graden dieses Fehlers an Fernrohrlinsen wird der Uebelstand von manchen Optikern dadurch nothdürftig korrigirt, dass sie, entsprechend den Brechungsunterschieden, durch Poliren auf's Gerathewohl Abweichungen von den sphärischen Flächen einführen und dadurch genügende Bilder zu Stande bringen.

Durch unsere neue Kühlmethode haben wir erreicht, Objektivscheiben bis zu einem Durchmesser von 35 *cm*, wenn sie mit ihrer ganzen Oeffnung wirksam im polarisirten Licht untersucht werden, fast völlig frei von Spannung zu erhalten. Es ist nur nothwendig, bei dieser Prüfung Verschiedenheiten der Temperatur der Scheiben auszuschliessen, weil solche bekanntlich Anlass zum Auftreten vorübergehender Spannungen geben. Nach der gewöhnlichen Art gekühlte Scheiben sind schon bei 12 *cm* Durchmesser fast alle mit deutlichen schwarzen Spannungskreuzen behaftet.

Wenn auch manche Optiker, bevor sie grössere Linsen für Fernröhre schleifen, sich über deren guten Kühlungszustand vergewissern werden, so ist es uns aus Erfahrung bekannt, dass von vielen Seiten der Einfluss der Spannung viel zu sehr unterschätzt und irgend eine Untersuchung vor oder nach Ausführung eines Objektivs kaum der Mühe werth gehalten wird.

Wir geben nachstehend schematisch eine einfache, leicht zusammenstellbare Vorrichtung nach Mach, durch welche die Prüfung von planparallelen Platten (Fig. 1) oder Positivlinsen (Fig. 2) vorgenommen werden kann. In den Figuren ist *A* die Lichtquelle (hellbrennende Petroleumlampe), *O* das Auge des Beobachters, *C* die zu untersuchende Linse oder Scheibe, *B* das polarisirende, *D* das analysirende Nikol, *S* ein Hohlspiegel. In Fig. 1 liegen *A* und *O* in der Ebene des Krümmungsmittelpunktes des Hohlspiegels *S*; in Fig. 2 sind *A* und *O* konjugirte Punkte in Bezug auf die Linse *C*. Die Einstellung muss zuerst derartig geschehen, dass das Auge in *O* bei parallel gestellten Nikols die zu untersuchende Linse oder Scheibe ganz hell beleuchtet sieht; wenn dann das analysi-

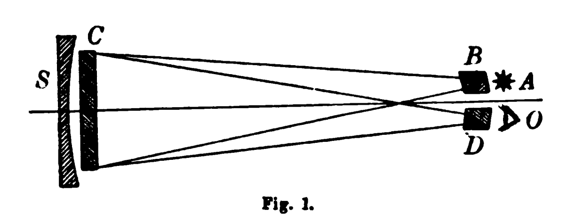


Fig. 1.

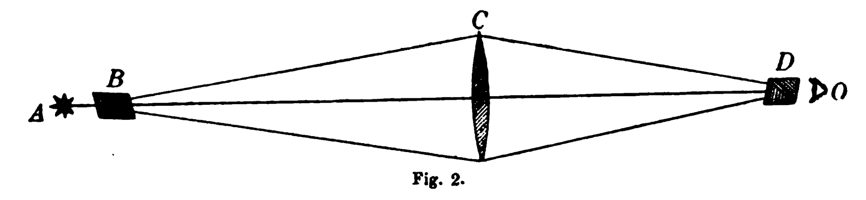


Fig. 2.

rende Nikol in die Kreuzungsstellung gebracht wird, so ist bei einem vollständig spannungsfreien Glaskörper das Gesichtsfeld dunkel; im anderen Falle sind die bekannten Spannungsfiguren sichtbar.

Es ist zweckmässiger, um die Spannungsfigur in allen Stellungen zu den



Nikols prüfen zu können, anstatt die Scheiben selbst zu drehen, wodurch leicht beim Berühren mit der Hand lokale Erwärmung eintreten könnte, die beiden Nikols in gleichem Sinne um ihre Axe zu drehen.

Zum Unterschiede von der bisher üblichen Art der Kühlung des Glases (Rohkühlung) haben wir für die neue Art der Kühlung die Bezeichnung „Feinkühlung" eingeführt.

Die vorstehend mitgetheilten Erfahrungen und Verbesserungen in der Kühlung des Glases haben uns dazu geführt, das in Paris schon seit vielen Jahren übliche Verfahren der Formgebung des Glases durch Pressen in rothglühend erweichtem Zustande zwischen Metallschalen, welche die Gestalt der Linsen möglichst angenähert mit einem oder zwei Radien geben, ebenfalls in unseren Betrieb einzuführen. Die solcherart hergestellten Linsen sind unter Einhaltung des gewöhnlichen, beschleunigten Kühlprozesses für Verwendung zu besseren Instrumenten durchaus ungeeignet, da deren Spannung manchmal so bedeutend ist, dass sie bei Beginn des Schleifens ohne Weiteres in viele kleine Stücke zerspringen. Erst durch unsere neue Kühlmethode, welche die Kühlung bei so niedrigem Wärmegrade gestattet, dass von einem Verziehen nicht mehr die Rede sein kann, ist es möglich, auch solche Linsen frei von jeder Spannung zu erzeugen, wenn man sie nach dem ersten Erkalten einem zweiten Kühlungsprozess in dem vorerwähnten Apparate unterwirft.

Um einer bei manchen Optikern verbreiteten Anschauung entgegen zu treten, wollen wir es nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass der durch das Pressen auf das erweichte Glas ausgeübte Druck durchaus nicht die Veranlassung der Spannung ist; diese letztere findet ihre Entstehung vielmehr allein in dem beschleunigten Erkalten, welches nothwendig ist, um einer Deformirung entgegen zu wirken.

Die günstigen Erfahrungen, welche einige Optiker mit so vorbereitetem Glase gemacht haben, ermuthigen uns, dieses auch weiteren Kreisen für alle Fälle zu empfehlen, in welchen es sich um massenhafte Anfertigung von Linsen innerhalb 12 bis etwa 120 *mm* Durchmesser mit beliebigen Krümmungen handelt. Die Mehrkosten des Glases werden durch die Ersparniss an Material und Arbeit reichlich aufgewogen. Als Muster genügen uns in der Form genaue, fertige Linsen. Wegen der längeren Kühldauer müssen wir in der Regel Liefertermine von 6 bis 8 Wochen beanspruchen. Musterlinsen sind wir gern bereit zu überlassen.

Jena, im Dezember 1889.

Zur Theorie und Konstruktion des elektrischen Läutewerkes und verwandter Apparate.

Von

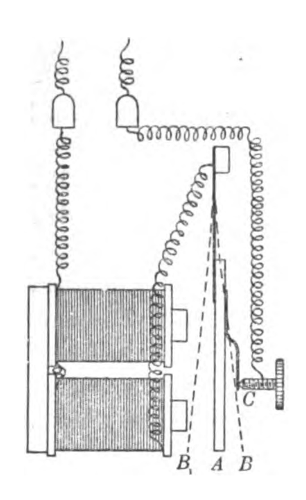
Dr. V. Dvořák in Agram.

Veranlassung zu dieser Mittheilung ist ein Referat in dieser Zeitschrift (*1889, S. 304*) über meinen Aufsatz: „Ueber die Wirkung der Selbstinduktion bei elektromagnetischen Stromunterbrechern" (*Sitzber. der Wiener Akad., Januar 1889*)[1]), aus welchem ich ersehe, dass die richtige Erklärung der Wirkungsweise beim elektrischen Läutewerk (Neef'schen Hammer, elektrischer Stimmgabel

[1]) Der Aufsatz wurde ausserdem im *Elektrotechnischen Echo*, im *Elektrotechniker* (Wien), in der *Zeitschr. des elektrotechn. Vereins in Wien* und in *Exner's Repertorium der Physik* abgedruckt.

und dgl.) derzeit noch wenig bekannt ist[1]). Ich glaube daher, dass eine kurze Skizze über den gegenwärtigen Stand dieser Frage nicht überflüssig sein dürfte.

Die bisherige Erklärung des elektrischen Läutewerkes ist folgende. Wird der Strom geschlossen, so wird der Anker *A* (vgl. Figur) angezogen; dadurch wird der Kontakt *C* unterbrochen, der Strom hört auf und der Anker muss wieder zurückschnellen. Der ganze Vorgang wiederholt sich dann fortwährend.



Diese Erklärung ist nun unzutreffend. Denken wir uns nämlich den Anker schon in schwingender Bewegung, so sieht man sofort, dass der Elektromagnet nichts zur Unterhaltung dieser Bewegung beitragen kann. Geht der Anker von *A* nach *B*, so wirkt der Elektromagnet seiner Bewegung entgegen („ungünstige Periode“); geht der Anker von *B* nach *A* zurück, so unterstützt der Elektromagnet seine Bewegung („günstige Periode“). Beide Wirkungen gleichen sich nun aus, so dass die Gesammtwirkung Null ist. Es müssen daher in der Wirklichkeit Umstände auftreten, denen zu Folge die Wirkung in der günstigen Periode grösser ist, als in der ungünstigen; dieses bewirken hauptsächlich die Extraströme. Der Schliessungsextrastrom ist dem Hauptstrom entgegengerichtet, verkleinert also die Wirkung in der ungünstigen Periode; hingegen würde der Oeffnungsextrastrom, der mit dem Hauptstrom gleichgerichtet ist, die Wirkung in der günstigen Periode verstärken; jedoch wird er, da der ganze Stromkreis unterbrochen ist, fast ganz abgeschnitten.

Die richtige Auffassung der Wirkungsweise selbthätiger Stromunterbrecher finden wir in der *„Theorie des Schalles“* von Rayleigh 1877 (übersetzt von Neesen, auf Seite 82). Dort heisst es betreffs der elektrischen Stimmgabel wörtlich: „Der *modus operandi* dieser Art von selbst wirkender Instrumente wird oft nicht ganz richtig verstanden. Wenn die auf die Gabel wirkende Kraft nur von der Stellung jener abhinge, — davon, ob der Strom geschlossen oder geöffnet ist, — so würde die bei dem Durchgange durch eine Lage geleistete Arbeit bei der Rückkehr wieder verbraucht, so dass nach einer vollständigen Periode nichts übrig wäre, wodurch die Wirkung der reibenden Kräfte kompensirt werden könnte. Jede Erklärung, welche auf die Verzögerung des Stromes keine Rücksicht nimmt, schiesst

[1]) Das Referat lautet wörtlich wie folgt: „Die Arbeit beginnt mit dem merkwürdigen Satz: „Es ist bekannt, dass die elektromagnetische Stimmgabel, der Wagner-Neef'sche Hammer und ähnliche Apparate hauptsächlich nur durch die Wirkung der Extraströme in Bewegung gesetzt werden“, und Verf. kommt in der That zu dem Schluss, dass, falls man von der Selbstinduktion absieht, die Wirkung Null ist. Das ist zwar neu, aber nicht richtig. „Um eine gute Wirkung zu erzielen, schlägt Dvořák vor, entweder den Selbstinduktionskoefficienten, aber nur bis zu einer gewissen Grenze, zu vergrössern, oder den Oeffnungsextrastrom sich voll entwickeln zu lassen, weil er mit dem Hauptstrom gleichgerichtet ist, diesen also verstärken muss. Verf. übersieht hierbei den Einfluss der Ampèrewindungszahl auf die elektromagnetische Wirkung und die Schwächung dieses Einflusses durch zu hohe Selbstinduktion; er scheint ferner nicht an den Zweck gedacht zu haben, welchen z. B. der Kondensator am Ruhmkorff'schen Funkeninduktor hat, sowie daran, dass Hipp bereits vor einem Dezennium den in der Arbeit so umständlich beschriebenen Kurzschluss angewendet hat. Die Veröffentlichung wird als vorläufige Mittheilung angekündigt; man darf der eigentlichen Arbeit also wohl mit einer gewissen Spannung entgegensehen.“ *B.*

weit am Ziele vorbei. Der Ursachen zur Verzögerung sind zwei vorhanden; unregelmässiger Kontakt und Selbstinduktion. Der elektrische Kontakt ist im ersten Moment, wenn die Spitze des Reiters das Quecksilber berührt, unvollkommen, wahrscheinlich wegen der anhängenden Luft. Andererseits wird beim Verlassen des Quecksilbers der Kontakt verlängert durch Adhäsion der Flüssigkeit in dem Näpfchen an den **amalgamirten** Draht[1]). Aus beiden Gründen wird der Strom verzögert hinter dem, der nur der Stellung der Gabel allein entsprechen würde. Selbst wenn aber der Widerstand des Stromkreises auch allein von der Lage der Gabel abhinge, so **würde der Strom doch noch durch seine Selbstinduktion verzögert.** Wie vollkommen auch der Kontakt sein mag, ein Strom von endlicher Stärke kann erst nach Verlauf einer endlichen Zeit entstehen, und zwar ist hier eine endliche Zeit noch mehr erforderlich als in dem Falle, wo durch einen gewöhnlichen Mechanismus eine endliche Geschwindigkeit einem trägen Körper ertheilt werden soll. Woher nun auch die Verzögerung kommen mag[2]), ihre Wirkung ist die, dass von der Gabel während der Zeit, wo der Reiter aus dem Quecksilber heraustaucht, mehr Arbeit gewonnen, als während des Eintauchens verloren wird; hieraus bleibt dann ein Gegengewicht gegen die Reibung übrig."

Ich habe diese **Rayleigh**'sche Erklärung in meiner Mittheilung „**Elektroakustische Versuche**" in der *Zeitschrift des Wiener elektrotechnischen Vereins 1884, S. 33* erwähnt. Ich setzte daher die Sache in meinem schon früher erwähnten Aufsatze als bekannt voraus. Kurz darauf erschien eine (sehr instruktive) Mittheilung von **Koppe** „**Ueber den Wagner'schen Hammer und die Erhaltung von Schwingungen**" in der *Zeitschr. für physik. und chem. Unterr. II. Jahrgang, S. 232,* worin **Koppe**, ohne die Bemerkung **Rayleigh's** und meine Arbeit gekannt zu haben, die Unrichtigkeit der üblichen Theorie darthut[3]). **Koppe** glaubt noch auf einen neuen Umstand aufmerksam gemacht zu haben, nämlich dass der Magnetismus zu seinem Auftreten und Verschwinden eine gewisse Zeit brauche; jedoch habe ich diesen Umstand ebenfalls in meiner Mittheilung vom Jahre 1884 erwähnt und ausserdem nachträglich erfahren, dass schon vor etwa 15 Jahren Herr Prof. **Mach** in Prag (der also schon damals die Unzulänglichkeit der gewöhnlichen Erklärung erkannte), denselben Umstand in seinen Vorlesungen zur Erklärung der Wirkungsweise der elektrischen Stimmgabel benutzte. Dagegen könnte man einwenden, dass es bis jetzt nicht möglich gewesen ist, eine solche Verzögerung des Magnetismus nachzuweisen[4]); wo eine solche Verzögerung auftritt, ist sie nur eine Folge der

---

[1]) Dieses Verfahren haben schon 1870 **Töpler** und **Boltzmann** benutzt, um die Amplitude der elektrischen Stimmgabel zu vergrössern. (*Poggend. Ann.* ***141.*** *S. 321.*) — [2]) **Rayleigh** bemerkt hierzu noch Folgendes. „Jede beliebige Verzögerung kann man in Ermanglung anderer Mittel dadurch erreichen, dass man den Reiter nicht an der Zinke selbst, sondern an dem anderen Ende einer leichten geraden Feder befestigt, welche von der Zinke gehalten und so durch die Bewegung ihres Befestigungspunktes in eine erzwungene Schwingung versetzt wird." — [3]) Von meiner Arbeit erhielt **Koppe** erst unmittelbar vor der Drucklegung seiner Mittheilung Kenntniss. — [4]) **Wiedemann**, *Die Lehre von der Elektricität.* ***4.*** *S. 236, 1885;* ob seit 1885 neuerdings Versuche darüber angestellt wurden, ist mir derzeit nicht bekannt. In den *Fortschritten der Elektrotechnik* von K. **Strecker**, *1888,* ***3.*** *S. 535* ist eine Abhandlung von **Flemiug** über magnetische Hysteresis erwähnt. „Statische Hysteresis ist die Eigenschaft des Eisens, dass sein magnetischer Zustand nicht nur von der augenblicklichen magnetisirenden Kraft, sondern auch von dem vorhergegangenen Zustand abhängt. **Viskose Hysteresis** ist die Eigenschaft, welche bedingt, dass die Wirkung einer magnetisirenden Kraft keine augenblickliche ist, dass vielmehr ein Zeitunterschied zwischen Ursache und Wirkung vorhanden ist." Dass die Moleküle des Eisens eine gewisse Zeit brauchen, um ihren Zustand zu ändern, dürfte wohl ausser allem Zweifel sein; aber es ist die Frage, ob diese Zeit nicht so verschwindend klein ist, dass sie hier gar nicht in Betracht kommt.



Extraströme und Induktionsströme, nicht aber davon, dass die Moleküle des Eisens eine gewisse Zeit brauchen, um den wirkenden magnetischen Kräften zu folgen oder nach Aufhebung der Kräfte in ihre Gleichgewichtslagen zurückzukehren.

Es wäre weiter noch die von Rayleigh erwähnte Verzögerung des Kontaktes in Betracht zu ziehen; es scheint mir jedoch, dass beim elektrischen Läutewerk (oder Neef'schen Hammer), wo harte Metallkontakte vorkommen, an eine merkliche Verzögerung des Kontaktes kaum zu denken ist, und es würde daher vorläufig als hauptsächlicher Erklärungsgrund nur der Extrastrom verbleiben. Meine schon Anfangs erwähnte Mittheilung ist der näheren experimentellen Untersuchung des Einflusses der Extraströme gewidmet. Will man die Dauer und Intensität des Extrastromes vergrössern, so muss man den Selbstinduktionskoefficienten grösser nehmen (also beiläufig gesagt, mehr Draht und Eisen beim Elektromagneten verwenden)[1]. Bei elektrischen Stimmgabeln mit hoher Schwingungszahl kann es jedoch leicht vorkommen, dass man den Selbstinduktionskoeffizienten zu gross nimmt; es kann sich dann, da der Schliessungsextrastrom zu lange dauert, der Strom während seiner Schliessungszeit gar nicht voll entwickeln[2]. Beim elektrischen Läutewerk, dass nur wenige Schwingungen in der Sekunde macht, wird man wohl kaum in die Lage kommen, den Induktionskoëfficienten zu gross zu nehmen.

Ich erwähnte schon früher, dass der Oeffnungsextrastrom, da der Stromkreis im Momente seiner Bildung unterbrochen wird, nicht zur Ausbildung kommt; bloss der Oeffnungsfunken bietet ihm einen Weg von sehr grossem Widerstande. Die günstige Einwirkung des Oeffnungsextrastroms geht also fast ganz verloren. Ich habe nun die Einrichtung getroffen, dass im Momente, wo der Hauptstrom unterbrochen wird, die Enden der Elektromagnetspule durch einen selbthätigen Kontakt kurz geschlossen werden, so dass der Extrastrom frei ablaufen kann; die Amplitude der Schwingungen stieg dadurch etwa um ein Drittel.

Man kann auch zwischen die Enden der Elektromagnetspule einen Nebenschluss (Shunt) einschalten, jedoch geht so ein Theil des Stromes für die Elektromagnetspule verloren. Da sich aber der Oeffnungsextrastrom dann gut entwickeln kann, so kann die Amplitude mitunter sogar etwas steigen; nebst dem wird noch der Vortheil erreicht, dass der die Kontakte stark angreifende Extrastromfunken vermieden wird, so dass nur der schwache Unterbrechungsfunken des Batteriestromes übrig bleibt. Nähere Angaben findet man in meiner schon erwähnten Mittheilung[3].

---

[1]) Der Einfluss des Widerstandes ist noch nicht genügend durch Versuche festgestellt. Die Gesammtintensität des Extrastromes ist $= LE/R^2$, worin L der Selbstinduktionskoeffizient, E die elektromotorische Kraft und R der Widerstand ist; es müsste daher der Widerstand von beträchtlichem Einflusse sein. Versuche, die mit der elektrischen Stimmgabel angestellt wurden, ergaben jedoch, dass der Widerstand nicht sehr in Betracht kommt, wenn man dafür sorgt, dass die Stromstärke immer gleich bleibt. Vermuthlich braucht es eine gewisse Zeit, bevor der vollkommene Kontakt eintritt; während dieser Zeit bietet die Kontaktstelle einen veränderlichen, ziemlich grossen Widerstand, gegen welchen der übrige Widerstand des Stromkreises klein ist. Könnte man diesen variablen Kontaktwiderstand irgendwie verkleinern, so müsste die Wirkung des elektrischen Läutewerkes bedeutend besser werden. — [2]) Ich habe auf diesen Umstand ebenfalls in besagter Mittheilung hingewiesen; ich bin daher über den Zweck der Bemerkung des Referenten: „Verfasser übersieht hierbei den Einfluss der Ampèrewindungszahl auf die elektromagnetische Wirkung und die Schwächung dieses Einflusses durch zu hohe Selbstinduktion", nicht im Klaren. — [3]) Wenn Ref. bemerkt, ich hätte nicht an den Zweck gedacht, den der Kondensator am Ruhmkorff'schen Funkeninduktor hat, so muss ich darauf entgegnen, dass es vorläufig nicht meine Absicht war, zu untersuchen, was für einen Einfluss die Einschaltung eines Kondensators

Zum Schlusse sei mir noch eine Bemerkung gestattet. Das Läutewerk kann man als elektrischen Motor betrachten, und zwar als einen solchen (was sehr paradox erscheinen mag), der durch Wechselströme, nämlich die beiden an Richtung entgegengesetzten Extraströme, in Bewegung versetzt wird. Soll nun ein Nutzeffekt auftreten, so muss bei Bewegung des Motors ein Theil des Stromes verschwinden. Dieses geht nun so vor sich, dass bei der Bewegung des Ankers in der Elektromagnetspule Ströme induzirt werden, die dem Batteriestrom entgegen gerichtet sind. Dieses geschieht zur Zeit der günstigen Periode; der Anker nähert sich dem Elektromagneten; dadurch wird dessen Magnetismus verstärkt und ein Strom induzirt, der dem Batteriestrom entgegengesetzt ist. Das Gegentheil tritt während der ungünstigen Periode auf, aber zufolge des Schliessungsextrastroms hat der Elektromagnet einen schwächeren Magnetismus; der induzirte Strom ist also schwächer als im ersten Fall. Man sieht hier abermals, dass ohne den Extrastrom eine Verwandlung von Stromarbeit in mechanische Arbeit unmöglich wäre.

Auch Foucault-Ströme müssen in der Masse des bewegten Ankers auftreten, die nach dem Lenz'schen Gesetze dessen Bewegung hemmen.

Obwohl ich bis jetzt keine messenden Versuche ausgeführt habe, so scheint es mir doch, dass der Nutzeffekt des elektrischen Läutewerkes als Motor betrachtet nur ein sehr kleiner sein dürfte.

Ueber Verdunstungsmesser.

Von

Prof. E. Gelcich in Lussinpiccolo.

Das Problem der Verdunstungsmessung ist in der meteorologischen Wissenschaft bisher am wenigsten entwickelt worden. Man hat zwar in Frankreich und in England ausführliche und ausgedehnte Studien über die Verdunstung angestellt, allein die erhaltenen Resultate geben so abweichende und mitunter derartig unwahrscheinliche Resultate, dass man sich eben auf dieselben nicht verlassen kann. Die Ursachen dieser Erscheinung liegen mehr in den Schwierigkeiten der physi-

an der Unterbrechungsstelle auf den Verlauf der Erscheinungen hätte. In meinem Aufsatz von 1884 verwies ich auf eine Bemerkung von Helmholtz über die elektrische Stimmgabel (*Tonempfindungen, 4. Aufl. S. 631*); dort verwendet Helmholtz den Kondensator, um das lästige Geräusch des Oeffnungsextrastromfunkens abzuschwächen. Auch ich verwendete schon vor längerer Zeit Kondensatoren verschiedener Kapazität, um möglicherweise die Amplitude bei der elektrischen Stimmgabel zu vergrössern, jedoch vorläufig ohne Erfolg. Was weiter den angeblich beim Hipp'schen Chronographen verwendeten Kurzschluss betrifft, so konnte ich bis jetzt nichts dergleichen auffinden. Eher dürfte man an die Einrichtung Foucault's (1861) denken, bei welcher ebenfalls im Momente der Stromunterbrechung die Enden der Elektromagnetspule kurz geschlossen werden, damit sich der Oeffnungsextrastrom entladen kann. (Du Moncel, *Applications de l'électricité, 3 édition, Tome II, p. 114; 1873*). Sollte auch der von mir gebrauchte Kurzschluss schon früher von Jemanden verwendet worden sein, so wäre das nicht von Belang, denn es handelt sich hier um den Zweck, zu welchem der Kurzschluss verwendet wird, und dieser Zweck dürfte jedenfalls neu sein. Die Anwendung eines Nebenschlusses von sehr hohem Widerstand zur Vermeidung des Extrastromfunkens rührt von Dujardin her (patentirt 1864; Du Moncel, S. 116). Bei meinen Versuchen wurde jedoch der Widerstand der Nebenschliessung nur etwa dreimal so gross genommen als der Widerstand des Elektromagneten, um den Extrastrom nicht zu sehr zu schwächen. Ich bemerke noch, dass in dem *Elektrotechniker* (Wien, Juli 1889, S. 121) ein Artikel von K.... h: „Wecker mit Selbstunterbrecher oder Selbstausschalter" erschienen ist, worin die Wirkung des Oeffnungsextrastromes bei den verschiedenen Arten von Weckern näher untersucht wird.



kalischen Fragen, die mit der Lösung des Problems überhaupt verbunden sind, als in dem Mangel an Instrumenten, denn gerade auf diesem Gebiete der Instrumententechnik sind die Erfindungen ungemein zahlreich.

Ein Verdunstungsmesser, wie immer er auch beschaffen sein mag, giebt stets nur Aufschluss über einen einzelnen beschränkten Fall, während die Verdunstung in der Natur von den mannigfaltigsten Terrainbeschaffenheiten abhängig ist. Die Gestalt und die Kulturverhältnisse des Bodens, die Neigung des Terrains u. A. m. sind Faktoren, die auf die Verdunstung einwirken, die aber sehr schwer in Rechnung zu ziehen sind. Einige Forscher wollen die bezüglichen Instrumente frei aufstellen, andere suchen dafür geschützte Orte auf. Jelinek[1]) meint, die erste Methode sei zunächst einleuchtender, er unterlässt aber nicht, ihre Nachtheile hervorzuheben; so z. B. lässt sich die in eine offene Verdunstungsschale fallende Regenmenge schwer in Rechnung ziehen, selbst dann nicht, wenn in der Nähe des Verdunstungsmessers ein Regenmesser steht; ebenso kann heftiger Wind einen Theil der Flüssigkeit heraustreiben; bei Sonnenschein ferner erwärmen sich wieder die meist kleinen Gefässe der Verdunstungsmesser über die Temperatur der umgebenden Luft und verursachen dann eine beschleunigte Verdunstung. — Wird die Verdunstungsmessung an einem geschützten Orte vorgenommen, so erhält man Daten, welche den Vorgängen in der Natur wenig entsprechen. Ferner ist die Entfernung der verdunstenden Oberfläche vom Rande des Gefässes nicht gleichgiltig.

Muschenbroeck schloss aus Versuchen, die er mit Bleigefässen machte[2]) dass die Verdunstung im Freien, bei gleichen Flächen, sich wie die Kubikwurzeln aus der Höhe der Gefässe verhalte, im Innern aber einfach den Flächen proportional sei. Richmann[3]) fand die Erscheinung bestätigt und erkannte als Ursache derselben die grössere Oberfläche der tieferen Gefässe, die mehr Wärme empfängt und daher die Verdunstung befördert. Deswegen ist, wie Sedileau[4]) bemerkte, auch die Verdunstung bei kleineren Gefässen verhältnissmässig grösser und überhaupt die Menge des verdunsteten Wassers bedeutender, wenn die Seiten des Verdunstungsmessers der Luft frei ausgesetzt sind. Um die Apparate von solchen Einflüssen zu befreien, schlug Walterius[5]) vor, die Gefässe in Thon zu versenken. S. H. Miller[6]) bringt ein mit Sand gefülltes Thongefäss auf ungefähr ein Fünftel der Höhe in den Erdboden und setzt in dieses Gefäss die Verdunstungsschale. Die Verdunstungsmesser von Casella[7]) und Negretti[8]) sind einfache Gefässe, die direkt in die Erde eingegraben werden. Sharpe schützt sein einfaches Gefäss durch eine Holzbekleidung.[9])

Um die Bedingungen der natürlichen Verdunstung der Wasserflächen zu erfüllen, hat Saussure[10]) vorgeschlagen, ein Gefäss von gemessener Oberfläche mit Wasser gefüllt in einem Teiche oder Flusse zu erhalten, damit Wärme, Wind u. s. w. auf die kleine Fläche des Apparates, ebenso wie auf grosse Flächen einwirken. Major Phillips hat auf St. Helena dieses Prinzip mit Walterius' Vorschlag vereint in Anwendung gebracht. Er hat nämlich ein grosses, breites, mit Wasser gefülltes Gefäss ganz in die Erde eingegraben und in die Mitte dieses förmlichen Bassins das aus einem Glaszylinder bestehende, mit Wasser gefüllte Verdunstungsgefäss

---

[1]) *Anleitung zur Anstellung meteorologischer Beobachtungen. II. Aufl. Wien 1876. S. 101.* — [2]) *Gehler, Physik. Wörterbuch. I. S. 432.* — [3]) *Com. Petropol. XIV. S. 273. Nov. Com. Petrop. I. S. 198. II. S. 134.* — [4]) *Mém. de l'Acad. X. S. 30.* — [5]) *Gehler, Physik. Wörterbuch a. a. O.* — [6]) *G. J. Symons. British Rainfall. 1869. S. 172. 1870. S. 178.* — [7]) *A. a. O. 1869. S. 167.* — [8]) *A. a. O. 1869. S. 172.* — [9]) *A. a. O. 1869. S. 172 und 1870. S. 180.* — [10]) *Essais sur l'hygrometrie. 1783. S. 249.*

versenkt.[1]) In Frankreich dagegen hat man es vorgezogen, die Verdunstungsbeobachtungen an grossen gemauerten Bassins von 6 bis 7 *qm* Fläche und 0,5 *m* Tiefe anzustellen, welche gemauert und mit Zink überzogen sind. Dieselben werden in den Boden in der Weise eingesenkt, dass der obere Rand des Bassins nahezu mit dem Erdboden in gleiche Höhe zu stehen kommt.[2])

Die Anzahl der Instrumente, die als Verdunstungsmesser zu dienen haben, ist eine sehr grosse; dieselben lassen sich ganz allgemein in zwei Klassen eintheilen; entweder wird nämlich die Verdunstung durch die Volumverminderung des im Apparate enthaltenen Wassers direkt mittels eines Maassstabes gemessen, oder aber aus dem Gewichtsverlust des der Verdunstung ausgesetzten Wassers bestimmt. Bei den Instrumenten der ersten Klasse ist die Verdunstung des Eises (im Winter) nicht messbar, ausserdem unterliegen sie beim Gefrieren des Wassers zu sehr der Gefahr des Zerspringens. Diese beiden Kategorien liessen sich nach den Hauptmerkmalen der Konstruktion in noch weitere Unterabtheilungen scheiden; so z. B. giebt es eine Reihe von Verdunstungsmessern, deren Konstruktion auf den Eigenschaften der kommunizirenden Gefässe beruht, andere, bei denen die verdunstete Wassermenge aus der Wasserverdrängung eines eingetauchten Körpers bestimmt wird u. s. w. Wir wollen jedoch im Folgenden an den beiden Hauptkategorien festhalten.

Von den Instrumenten der ersten Kategorie sind die einfachsten diejenigen, welche aus einem einfachen, mit Wasser gefüllten Gefässe bestehen und der freien Luft ausgesetzt werden. Ist z. B. das Gefäss zylindrisch, so kann dessen Wand in Millimeter getheilt und die verdunstete Menge abgelesen werden. Aus der bekannten Basisfläche und der abgelesenen Verdunstungshöhe ergäbe sich dann die verdunstete Menge durch einfache Rechnung. Solche einfachen Instrumente sind die früher genannten von H. S. Miller, Sharpe, Philipps, Casella, Negretti und mehreren Anderen, die sich von einander nur durch die Gestalt der Gefässe, durch die Dimensionen und durch einfache Vorrichtungen unterscheiden, deren Zweck es ist, die Wände der Instrumente vor dem direkten Einfluss der Sonnenstrahlen zu schützen. Zu dieser einfachen Gruppe möchten wir auch die Verdunstungsmesser von Fletcher[3]) und Watson[4]) rechnen. Ersterer besteht aus einem zylindrischen Gefässe, welches auf einem Gestell zusammen mit einem Regenmesser aufgestellt wird; letzterer hat eine ähnliche Einrichtung, nur befindet sich in dem eigentlichen Verdunstungsmesser ein senkrechter Stift zur Ablesung der verdunsteten Menge; das Verdunstungsgefäss steht mit einem grösseren Rezipienten in Verbindung, in welchem Wasser enthalten ist. Die nebenstehende Fig. 1 zeigt einen Verdunstungsmesser einfachster Konstruktion, wie solche in England verwendet werden, mit einer Vorrichtung, um bei übergrossem Regenfall die Beobachtung nicht unterbrechen zu müssen[5]); fällt nämlich so viel Regen, dass das Wasser überlaufen könnte, so fliesst es, beim Niveau *a* angelangt, durch das Rohr *b* in den Behälter *c*. Da dieses Instrument dem Regen ausgesetzt bleibt, so muss beim Ablesen der Wasserhöhe die gefallene Regenmenge in Abzug gebracht werden.

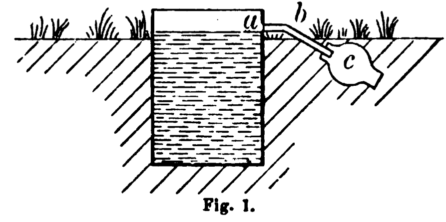


Fig. 1.

In chronologischer Ordnung hätten wir die Beschreibung der Verdunstungs-

[1]) *British Rainfall. 1869. S. 156.* — [2]) *Annales des ponts et chaussées. Serie III.* **3.** *S. 249.* **20.** *S. 150.* — [3]) *British Rainfall. 1870. S. 181.* — [4]) *A. a. O. 1869. S. 173. 1870. S. 182.* — [5]) *A. a. O. 1870. S. 178.*

messer eigentlich mit dem Instrument von Leslie[1]) anfangen sollen, welches das älteste dieser Kategorie zu sein scheint. Die Grundidee zu demselben wurde bereits von Bellani[2]) gelegt, der vorschlug, die Verdunstungsfähigkeit von feuchter Erde durch ein heberförmiges Gefäss zu bestimmen, dessen einer, hinlänglich weiter Schenkel mit einem Deckel von wenig gebrannter poröser Erde verschlossen war, die durch das aufsteigende Wasser stets feucht gehalten wurde. Müncke, der die Verdunstungsmesser in Gehler's *Wörterbuch*[3]) behandelte, gab folgende zweckmässigere Konstruktion eines solchen Instrumentes an. Ein blechernes Gefäss *M* (Fig. 2) ist unten mit dem einmal gebogenen Rohr *bc* versehen; ein zweites Gefäss *B* wird mit der zu untersuchenden Erdart gefüllt und, um den Einfluss der Sonnenstrahlen auf die Seitenwände zu vermeiden, in die Erde gegraben. Im Gefässe *B* ist ein Raum durch eine mit feinen Löchern versehene Platte so abgesondert, dass das Rohr *c* höher und tiefer hineingesenkt werden kann. Wird dann die Oeffnung des Rohrs *c* mit dem Finger verschlossen, das Gefäss *M* durch die obere Oeffnung mit Wasser gefüllt und mit der Schraube *a* luftdicht geschlossen, dann das Rohr *c* in den ihm bestimmten Raum im Gefässe *B* schnell hineingesenkt, so wird das Wasser vermöge des Luftdruckes bis zu einer, durch die Tiefe, bis zu welcher die Oeffnung des Rohres *c* hinabgedrückt wird, bestimmbaren Höhe steigen, und hiernach die Erde von unten mehr oder weniger feucht werden. Die Stärke der Verdunstung liesse sich dann entweder nach dem Gewichte oder dem Maasse bestimmen. Wie aber diese Bestimmung vorzunehmen sei, giebt Müncke nicht näher an. Nach ähnlichen Grundsätzen ist der Verdunstungsmesser von Leslie (Fig. 3) konstruirt. Er besteht aus einem leicht gebrannten porösen Gefässe *A*, in welches das Glasrohr *B* eingesenkt wird. Letzteres ist kalibrirt und derart eingetheilt, dass eine die Kugel bedeckende Wasserschicht im Betrage von 0,025 *mm* einem Grade der Theilung entspricht. Oben ist das Rohr mit einer Fassung versehen, welche mit der Kappe *b* fest verschlossen werden kann. Sowie also das Wasser im Gefässe *A* an die Oberfläche dringt, dort verdunstet und daher sinkt, wird eine Luftblase in dem Rohr *B* aufsteigen und das Wasser nachsinken, wodurch man die Quantität der verdunsteten Menge messen kann. Ist die Röhre gefüllt, zugeschraubt und in das mit Wasser gefüllte Gefäss gesenkt, so wischt man letzteres aussen ab und hängt das Ganze im Freien auf. Bei schwacher Verdunstung könnte das Wasser herabträufeln, was verhindert werden muss. Ist dann die Oberfläche der stets feuchten Kugel bekannt, und die Quantität des in gegebener Zeit verdunsteten Wassers gleichfalls, so hat man die Stärke der Verdunstung. Das Mangelhafte dieses Instrumentes ist augenfällig, denn wir wüssten nicht, in welcher

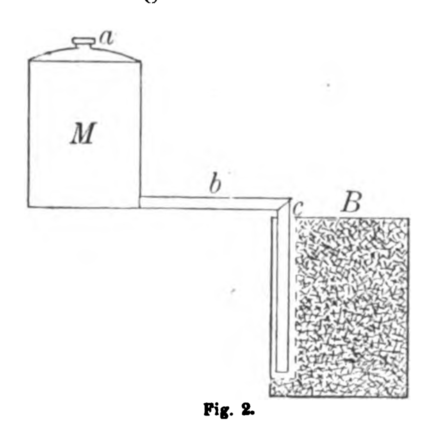


Fig. 2.

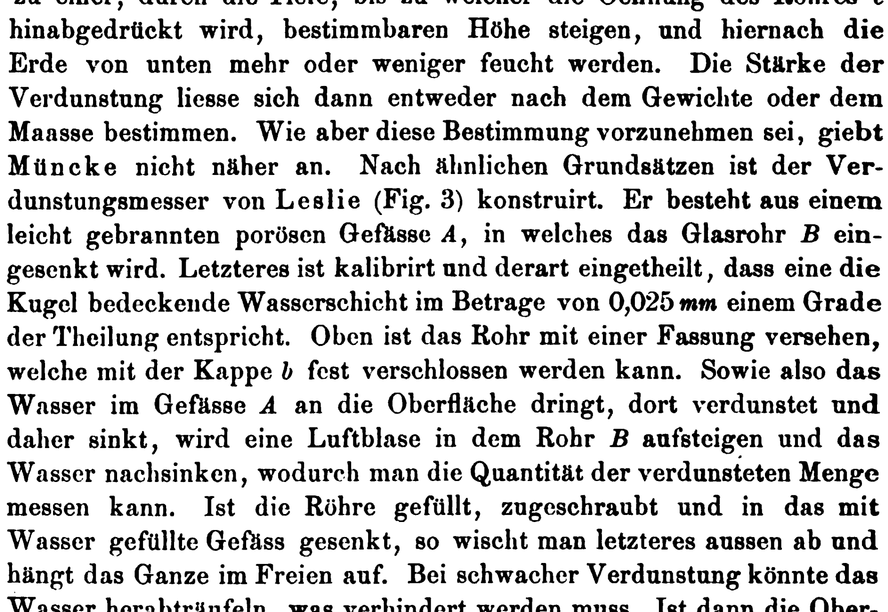


Fig. 3.

[1]) *A short account of Experiments and Instruments, depending on the relations of air to heat and moisture. By John Leslie. Edinburgh 1813. — Gehler's Physik. Wörterb. I. S. 436.* — [2]) *Gehler a. a. O. S. 435.* — [3]) *A. a. O. S. 435.*

Art das Herabtropfen des Wassers bei schwacher Verdunstung zweckmässig hintangehalten werden sollte.

Anderson[1]) hat zwar getrachtet, diesem Uebelstande abzuhelfen, dabei aber den Zweck dieser Instrumente aus den Augen gelassen. Die von ihm vorgeschlagene Konstruktion ist folgende (Fig. 4). An ein gebogenes, etwa 2 *mm* weites Glasrohr wird an der längeren Seite die Kugel *A* und an dem unteren Ende der kürzeren die Kugel *B* angeblasen, letztere mit Weingeist gefüllt, dieser einige Zeit sieden gemacht, und wenn der Apparat dadurch luftleer geworden, das in eine Spitze ausgezogene Ende des Rohres bei *c* zugeblasen. Das Rohr wird dann, wie Figur zeigt, an die Skale *de* befestigt, die Kugel *A* mit feinem leinenen oder baumwollenen Zeuge umgeben, und dieses aus einem nebenstehenden Gefässe mit Wasser vermittels eines Streifens Zeug oder Papier stets feucht erhalten. Indem das Wasser der feuchten Hülle, welche die Kugel *A* umgiebt, verdunstet, wird die Temperatur erniedrigt; der Weingeist wird aus der Kugel *B* durch Verdunstung in die Kugel *A* geführt und sinkt von hier nach *c* hinab, so dass man aus der Höhe, bis zu welcher er im Glasrohre steht, auf die Trockenheit der Luft und die Stärke der Verdunstung schliessen kann.

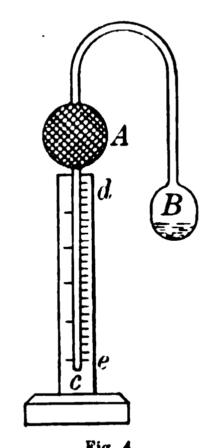


Fig. 4.

Der Anderson'sche Apparat besitzt wohl einen hohen Empfindlichkeitsgrad, allein, was er angiebt, ist nicht die absolute Menge der Verdunstung, sondern nur die relative Fähigkeit der Atmosphäre, Dünste aufzunehmen. Er eignet sich somit besser zu einem Hygrometer als zum Verdunstungsmesser.

Das Leslie'sche Prinzip, poröse Gegenstände zur Verdunstungsmessung zu benutzen, hat Piche[2]) durch die Kapillarität des Fliesspapieres ersetzt und dabei ein Instrument geliefert, das am Observatorium von Montsouris seit vielen Jahren sehr gut funktionirt. Dasselbe besteht aus einer Glasröhre von beiläufig 1 *cm* Durchmesser und 23 bis 30 *cm* Länge. Das in ganze, zehntel und hundertel Kubikzentimeter getheilte Rohr ist oben geschlossen und mit einem Ring versehen, an dem es aufgehängt werden kann, während das untere Ende offen ist. Die Röhre wird mit Wasser gefüllt und sodann durch ein auf die Oeffnung gelegtes, befeuchtetes Fliesspapier verschlossen. Letzteres wird in seiner Lage durch den Luftdruck erhalten, wenn man das Instrument, um es in die für die Beobachtung geeignete Lage zu bringen, umkehrt. Das Fliesspapier, welches ziemlich stark und immer von gleicher Beschaffenheit sein muss, hat eine Oberfläche von 4 *qcm*. Die obere und die untere Fläche zusammen genommen würden somit eine Verdunstungsfläche von 8 *qcm* bieten, wenn nicht ein Theil der oberen Fläche durch die Glasröhre gedeckt wäre. Man nimmt auf diesen Umstand Rücksicht, indem man das Fliesspapier auf einer Seite im Verhältniss stärker hält. Indem nun das Wasser an der Oberfläche des Papieres verdunstet, sinkt das Wasser in der Glasröhre; das Fliesspapier hat in der Mitte ein Loch vom Durchmesser einer Stecknadel, durch welches die Luft in die Röhre eindringt. An dem Instrumente befindet sich eine Halbkugel von Kautschuk, durch deren Mittelpunkt die getheilte Röhre hindurchgeht; diese Halbkugel dient als Beschirmung und schützt das Papier vor dem Regen. Am unteren Ende der Glasröhre drückt ein gebogener Messingdraht auf das Fliesspapier, um zu verhindern, dass stärkerer Wind

[1]) *Edinburgh Encyclop. XXVIII.* — [2]) *Zeitschr. der österr. Gesellsch. für Meteorologie. 8. S. 270. Bulletin de l'Association scientifique de France. 10. S. 166.*



das Papier abreisse. Der Apparat wird in freier Luft aufgehängt und die verdunstete Menge einfach an der Theilung der Röhre abgelesen.

Eine gewisse Aehnlichkeit mit diesem Instrumente hat der nachstehend beschriebene Verdunstungsmesser von Dr. Prestel[1]) (Fig. 5). Das Verdunstungsgefäss *A* ist bei diesem Instrument mit dem Messcylinder *B* in Verbindung gebracht. Das untere offene Ende des letzteren ist nämlich in eine Einfassung von Messing eingekittet, welche in den Zylinder *C* passt. Diese Einfassung hat einige Millimeter unter dem oberen Rande des Gefässes *A* eine kleine Oeffnung *m*, durch welche das Wasser aus *B* in *A* abfliessen kann. Damit der Zylinder in das Gefäss *C* richtig passe, sind auf dessen unterer Fassung zu beiden Seiten von *m* zwei prismatische Stücke Messing *i* und *h* (Fig. 6) angelöthet. Letztere bilden auf beiden Seiten Falze; in die äusseren passt die ausgebogene hintere Seitenwand des Verdunstungsgefässes bei *a* und *d*; die inneren nehmen einen kleinen Schieber auf, welcher beim Füllen des Zylinders vor die Oeffnung *m* geschoben wird. Die Oeffnung *q* (Fig. 7) im Boden der Fassung von *B* wird, wenn der Zylinder senkrecht steht, durch das Kegelventil *r* geschlossen, dessen Axe durch den Bügel *p* geführt wird. Wird der Zylinder, um ihn zu füllen, mit der Oeffnung nach oben gekehrt, so öffnet sich das Ventil von selbst und die Oeffnung *q* wird frei.

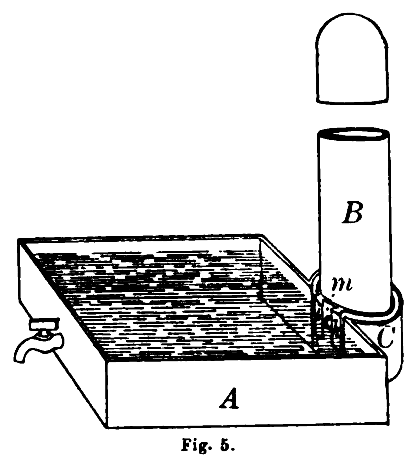


Fig. 5.

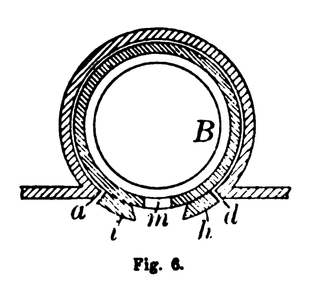


Fig. 6.

Beim praktischen Gebrauch dieses Apparates werden *A* und *B* mit Wasser gefüllt und dabei das Niveau von *A* vor dem Aufsetzen des Zylinders *B* etwas höher gehalten, als die Oeffnung *m* zu stehen kommt. Ist der Zylinder aufgesetzt und der Schieber bei *m* entfernt, so muss das Wasser im Gefässe *A* so weit erniedrigt werden, dass seine Oberfläche mit der Oberkante der Oeffnung *m* zusammenfällt; zu diesem Zwecke lässt man durch einen Hahn so lange Wasser abfliessen, bis Luftblasen im Zylinder *B* aufsteigen und die Oberfläche des Wassers im letzteren mit dem Nullpunkt der Skale zusammenfällt. Das in *A* befindliche Wasser wird nun bei der Verdunstung immer das gleiche Niveau behalten, indem das verdunstete fortwährend aus dem Messzylinder ersetzt wird. Das Abnehmen der Wasserhöhe im Zylinder *B* zeigt dann, wie viel im Gefässe *A* verdunstet ist.

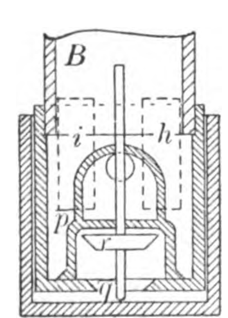


Fig. 7.

Da die Eintheilung bei *B* der Verdunstungsfläche bei *A* proportional sein muss, so finden wir hier das Prinzip der Reduktion der Flächen ähnlich wie beim Regenmesser eingeführt, worüber Neumann, im Jahre 1852 schon, unvollständige Vorschläge gemacht hatte. Man könnte jedes beliebige Gefäss in dieser Art als Verdunstungsmesser einrichten, wenn man wie beim Regenmesser einen entsprechend eingetheilten Zy-

[1]) *Die Regenverhältnisse des Königreichs Hannover. Emden 1864.*

linder dazu hätte, um den Abgang an Wasser in einer bestimmten Zeit abmessen zu können. Einfach genug ist Beverley's Evaporator ausgefallen. Dieses Instrument besteht aus dem Verdunstungsgefäss A (Fig. 8), welches in einen grösseren Rezipienten B hineinpasst. Die Wand des ersteren hat eine Oeffnung c und dieses Gefäss wird bis bc mit Wasser gefüllt. Fällt Regen, so fliesst das überschüssige Wasser durch die Oeffnung m in den Rezipienten B. Soll nun die verdunstete Menge gemessen werden, so wird mit dem Messzylinder die ursprüngliche Wassermenge $= m$ bestimmt. Findet man nach 24 Stunden eine Wassermenge n und ist die in dieser Zeit gefallene Regenmenge m', so ist die Verdunstung $= m + m' - n$. Der Erfinder hat durch diese Konstruktion beabsichtigt, das Wasser im Verdunstungsgefäss auf gleichem Niveau zu erhalten.

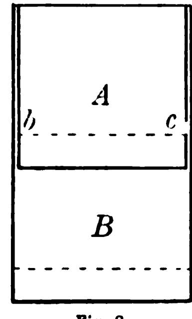


Fig. 8.

Beim Verdunstungsmesser von G. Dinef ist das Messrohr oder eigentlich das Messgefäss, von parallelopipedischer Form, mit der Verdunstungsschale ständig durch ein kommunizirendes Rohr verbunden.[1]) Dasselbe ist mit dem Vaporimeter von Steinmetz[2]) der Fall, bei welchem jedoch zur Messung der verdunsteten Menge die von Howard[3]) vorgeschlagene schiefe Skale *(inclined scale)* verwendet wird. Der Vortheil dieser letzteren besteht darin, dass kleinere Verdunstungsmengen auf einer grösseren Skale, daher mit grösserer Genauigkeit abgelesen werden können. Ist nämlich ab (Fig. 9) die senkrechte Wand des Verdunstungsgefässes, am' das mit letzterem kommunizirende schiefe Rohr, so entspricht einer Verdunstungshöhe mn im Gefässe die Ablesung $m'n'$ in dem Rohr und es ist offenbar $m'n' > mn$, daher die Skalentheilung auf am_1 grösser und somit schärfer ablesbar, als hätte man sie direkt auf ab gemacht.

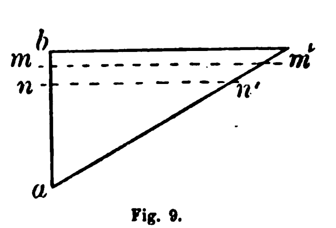


Fig. 9.

Das Prinzip der Reduktion der Flächen hat Mühry[4]) besser und vollständiger durch den in Fig. 10 abgebildeten Apparat zur Ausführung gebracht. a ist ein Schälchen, in welchem das Wasser der Verdunstung ausgesetzt wird; die Dimensionen desselben sind 5,6 *cm* Durchmesser und 3 *cm* Höhe. Die Indexlinie, d. i. das Zeichen für die Höhe des Wasserspiegels bei jeder Aufstellung, ist ein Centimeter vom Rande entfernt. Das Schälchen a steht in Verbindung mit einem kleinen Rohr n und dieses bildet mit dem grossen Rohre m ein kommunizirendes Gefäss. Der Wasserstand in dem kleinen Rohre wird an der Skale b abgelesen. An dem oberen Ende ist das grosse Rohr m mit einer Oeffnung o versehen, durch welche Luft mittels einer Kompressionspumpe eingetrieben wird, und zwar so lange, bis das Wasser in n und a die Höhe der Indexlinie erreicht. Ist dies geschehen, so schliesst man den luftdichten Hahn c ab. Hatte man nun die Höhe des Standes bei b vor dem Aufpumpen des Wassers in dem Evaporator a abge-

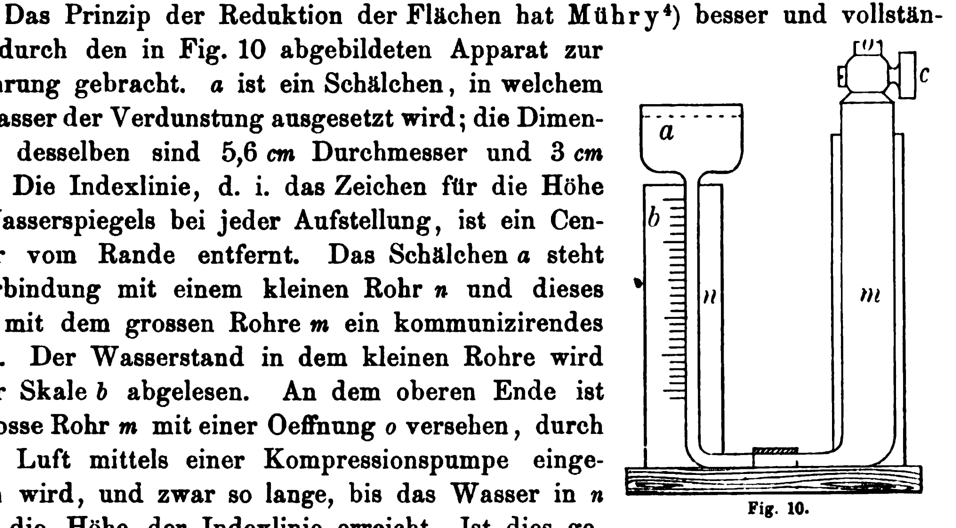


Fig. 10.

[1]) *British Rainfall 1869. S. 167.* — [2]) *A. a. O. S. 173.* — [3]) *A. a. O. S. 169.* — [4]) *Poggendorff's Annalen. Vierte Reihe.* **23.** *S. 305. (1861.)*

lesen, so wird die Wassermenge durch Verdunstung abnehmen. Lässt man das Wasser nach dieser Zeit wieder herunter, so giebt der Unterschied der Ablesungen vor und nach der Aufstellung, die Verdunstungsmenge. Bei den Dimensionen des Apparates verhält sich das Kaliber der beiden Röhren zum Kaliber der Schale wie 1:6,1; daher wird die Höhe des durch Verdunstung verloren gegangenen Wassers in eben demselben Verhältniss vergrössert abgelesen.

Bezüglich der praktischen Verwendbarkeit des Instrumentes giebt Mühry als Ergebniss mehrjähriger Erfahrungen folgende Rathschläge. Das Verhältniss des Kalibers der beiden Röhren zum Kaliber der Schale muss wegen der Unmöglichkeit völlig exakter Arbeit bei jedem Instrumente bestimmt werden. Im Winter hat man das Zerspringen des Glases durch Eisbildung nicht zu befürchten. Dafür bildet sich im Sommer am Boden der Gefässe die Priestley'sche grüne Materie, welche mit Salzsäure entfernt werden muss. Beim Ablesen der Skale wird man finden, dass nach Herunterlassen des Wasserspiegels sehr bald ein ruhiger Stand in dem kleinen Rohre eintritt, der die Bestimmung der Höhe gestattet; noch mehr kann man aber das exakte Messen sichern, wenn man ein für allemal am Instrument den Unterschied der Stände vor dem Heben des Wasserspiegels und nach dem Herunterlassen bestimmt, der einige Millimeter beträgt. Im Allgemeinen wird bei den Beobachtungen angenommen, wie beim Psychrometer, Schutz vor der Sonne und vor dem Winde. Der Erfinder schlägt endlich vor, sein Instrument *Mikroatmometer* zu nennen.

Mit Zugrundelegung desselben Prinzips hat auch R. Vivenot jun. einen Verdunstungsmesser geliefert, bei welchem mit dem Vortheile der leichten Transportabilität auch eine einfache Manipulation verbunden ist. Der Apparat von Vivenot[1]) besteht aus drei Hauptbestandtheilen, und zwar aus dem Evaporator, einem Glasgefässe, welches die verdunstende Wassermenge enthält, aus einem mit Quecksilber gefüllten Schälchen, in welches das untere offene Ende des Evaporators getaucht wird, wobei das Quecksilber als Sperrflüssigkeit dient, und aus dem Stative, welches mit einer zur Einstellung dienenden Nadel und mit einem Triebe versehen ist, welch' letzterer durch Hinauf- oder Hinabschrauben des Evaporators ein Sinken oder Steigen des in demselben befindlichen, nach unten durch das Quecksilber abgesperrten Wassers veranlasst. Der Evaporator besteht aus einem oben und unten abgeschliffenen Hohlkörper aus Glas, dessen oberes Ende ein zur Aufnahme des Verdunstungswasser bestimmtes zylindrisches und nach unten trichterförmig zulaufendes Gefäss A bildet (Fig. 11 a. f. S.). Letzteres setzt sich in eine nach Millimetern graduirte Glasröhre a fort, welche sich zu einer Kugel A' von gleicher Kapazität wie das obere Evaporationsgefäss erweitert, um schliesslich mit einem unten offenen Glasrohre a_1 zu endigen.

Den zweiten Bestandtheil des Apparates bildet das konische Glasgefäss B, welches so hoch mit Quecksilber gefüllt wird, dass die Kugel A' nach Bedarf vollkommen in Quecksilber eingetaucht werden kann. Das Stativ C dient sowohl zur Befestigung der beschriebenen Bestandtheile als auch zur Einstellung behufs Ablesung. Der unbewegliche Theil des Stativs besteht aus einem hölzernen Boden C, der mit Stellschrauben horizontal gestellt wird. Auf demselben befindet sich eine kreisrunde Vertiefung zur Aufstellung und unverrückbaren Befestigung des Gefässes B. Von diesem Boden erhebt sich ein dreikantiges Messingprisma P; an seiner rückwärtigen Seite trägt letzteres im oberen Theile eine Zahnstange, im unteren eine in einer

[1]) *Carl's Repertorium. 1. S. 105.*

Messinghülse um ihre vertikale Axe drehbare Minutensanduhr *g*. Der zur Einstellung bestimmte bewegliche Theil des Stativs besteht aus einer Triebvorrichtung, durch welche eine, der graduirten Glasröhre entsprechende Messingplatte *D* mittels eines in die Zahnstange eingreifenden Triebes *d* vertikal auf und nieder bewegt werden kann. Am oberen und unteren Ende dieser Messingplatte sind federartige, mit kleinen Schräubchen versehene Klemmen *s* zur Aufnahme und Befestigung des Evaporators angebracht. An der unteren Seite der Platte *D* ist eine in vertikaler Richtung verschiebbare elfenbeinerne Nadel *e* angebracht, deren feine, nach unten auslaufende Spitze zur Einstellung auf das Niveau des Quecksilberspiegels dient.

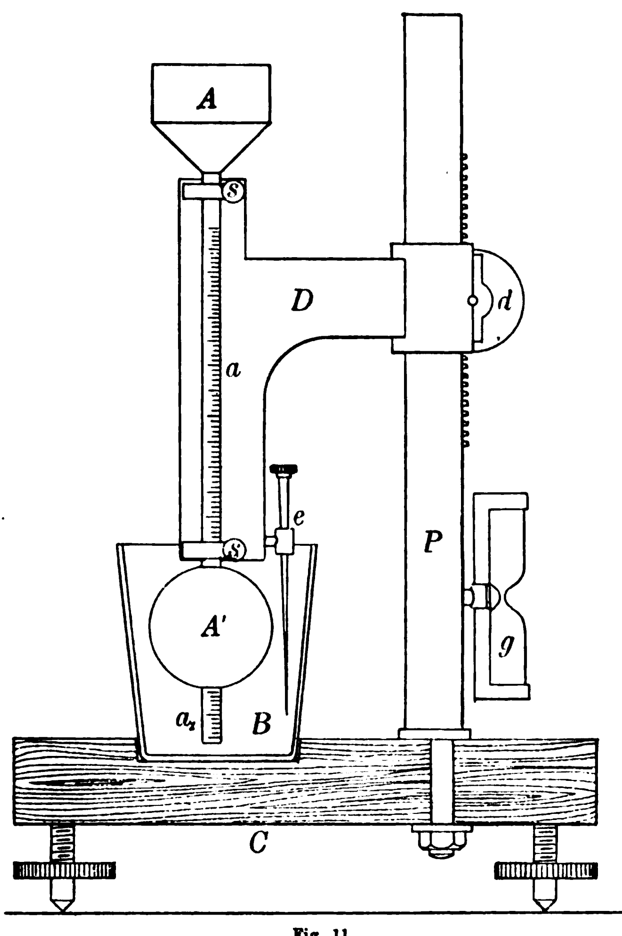


Fig. 11.

Beim Gebrauche schraubt man den Evaporator soweit herab, dass die Kugel desselben ganz in dem Quecksilber versinkt, wobei letzteres durch die untere Oeffnung in die Kugel eindringt und dieselbe ganz ausfüllt. Den über dem Quecksilberniveau befindlichen Theil des Evaporators füllt man bis an den oberen Rand mit destillirtem Wasser und schraubt ihn dann so weit hinauf, bis einerseits das durch diese Bewegung scheinbar sinkende Wasser den Nullpunkt des oberen graduirten Rohres erreicht, andererseits die sich allmälig von Quecksilber entleerende und mit Wasser füllende Kugel ganz aus dem Quecksilber emporsteigt und mindestens der erste Theilstrich des unteren Rohres a_1 mit dem Quecksilberspiegel zusammenfällt. Gleichzeitig dreht man die Minutensanduhr, darauf achtend, ob nach Ablauf derselben sich der Wasserstand noch an demselben Theilstriche des Ablesungsrohres befinde, oder ob das Niveau derselben, wie dies meistens stattfindet, binnen dieser Zeit gestiegen ist. Ist letzteres der Fall, so kann durch spitz zusammengedrehtes, in das Rohr gehaltenes Filtrirpapier, allmälig so viel davon entfernt werden, bis der Wasserstand dem Nullpunkte der Skale entspricht. Wäre der Wasserstand hingegen gesunken, so müsste der Betrag des Sinkens als Indexfehler der Theilung angenommen oder Wasser nachgegossen, oder endlich der Evaporator aufgeschraubt werden. Das Abwarten von einer Minute hat nur den Zweck, den Flüssigkeiten die nöthige Zeit zu geben, um die Gleichgewichtslage einzunehmen.

Nun wird die Elfenbeinnadel so eingestellt, dass ihre Spitze die Quecksilberoberfläche genau berührt und der Evaporator schliesslich zurückgeschraubt, bis das Quecksilber in die Kugel eindringt und das Wasser eine bestimmte Niveauhöhe erreicht, in welcher das Instrument eine gewisse Zeit zu verweilen hat. Soll nun die Verdunstung abgelesen werden, so wird der Evaporator in die Ablesungsstellung gebracht, indem man nämlich das Rohr so lange hebt, bis die Spitze der Nadel die Quecksilberoberfläche wieder genau berührt. Diese durch die Nadelspitze vorgezeichnete Stellung ist genau diejenige, welche dem bekannten Wasserstande in dem Ablesungsrohre vor der Verdunstung entspricht. Wegen der erfolgten Verdunstung wird aber dieses Mal die Höhe des Wasserstandes in dem Rohre tiefer sein. Diese, nach Ablauf der durch die Sanduhr angegebenen Minute, einfach an der Skale abzulesende Differenz zwischen dem Wasserstande vor und nach der Verdunstung, giebt — da der Durchmesser des Ablesungsrohres genau zehnmal kleiner ist als derjenige der Evaporationsfläche — das hundertmal vergrösserte Höhenmaass der verdunsteten Wassermenge. Wegen des ungleichen spezifischen Gewichtes des Wassers und des Quecksilbers würde dieses Verhältniss einer kleinen Korrektion bedürfen, die jedoch auch vernachlässigt werden kann.

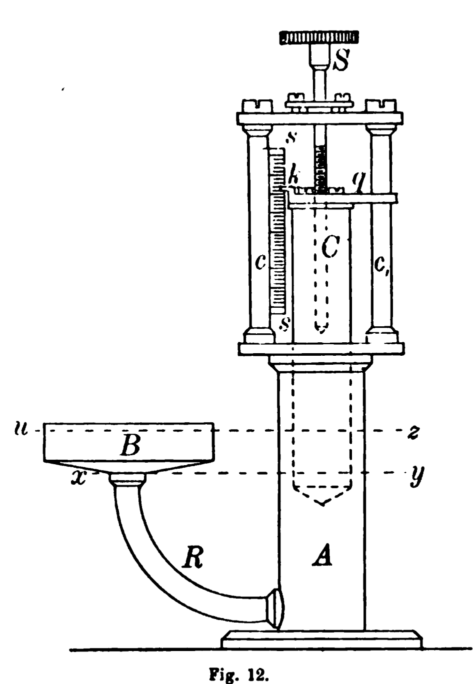


Fig. 12.

Bei grosser Verdunstung reicht die in diesen Apparaten enthaltene Wassermenge nicht aus; es muss dann eine häufigere Messung der verdunsteten Menge stattfinden. Für den Winter, wenn das Wasser gefriert, giebt Vivenot seinem Verdunstungsmesser noch eine Vorrichtung bei, um das Eis aufzuthauen. Selbstverständlich wird dies durch Erhöhung der Temperatur erreicht, wodurch jedoch die Genauigkeit der Ablesungsresultate wieder abnimmt.

Sehr verdient hat sich Prof. von Lamont um die Konstruktion der Verdunstungsmessern gemacht. Das erste der von ihm für diese Zwecke angegebenen Instrumente ist in Fig. 12 abgebildet und besteht[1]) aus drei Haupttheilen, aus dem Wasserbehälter A, welcher durch das Kommunikationsrohr R mit der Verdunstungsschale B verbunden ist und aus dem Messzylinder C. Letzterer kann mit der Schraube S in den Wasserbehälter mehr oder weniger tief hineingeschoben werden und ist dazu bestimmt, das Wasserniveau beliebig zu ändern. Die Höhe des Messzylinders zeigt der Zeiger k auf der Skale s. Die Drehung des Messzylinders während der Bewegung wird durch eine Gabel q verhindert, welche die Säule c_1 umfasst.

Beim Gebrauche wird der Index auf Null gestellt und in die Verdunstungsschale soviel Wasser eingegossen, bis es die Niveaulinie xy erreicht; nun bewegt

[1]) *Carl's Repertorium.* 4. *S. 197.*

man den Messcylinder so lange nach abwärts, bis das Wasser das Niveau *uz* erreicht. Will man nach einiger Zeit die Verdunstung ablesen, so hebt man den Zylinder wieder so weit, dass das Niveau bis xy zurückfällt und liest bei k die Höhe ab, welche die verdunstete Menge angiebt. Bedeutet R den inneren Durchmesser der Verdunstungsschale und r den äusseren Durchmesser des Zylinders, so wird eine Einheit der Theilskale durch die Länge R^2/r^2 dargestellt. Selbstverständlich muss ein solches Instrument mit der grössten Sorgfalt hergestellt werden, vorzüglich ist darauf zu sehen, dass dem Messzylinder und der inneren Wand der Verdunstungsschale eine genaue zylindrische Gestalt gegeben werde.

Zwei Jahre später hat v. Lamont zwei weitere Verdunstungsmesser von folgender Einrichtung angegeben.[1]) Das erste Instrument (Fig. 13) besteht aus zwei Glaskapseln A und B und eines dazwischen befindlichen Kommunikationsrohres ab. Die Kapsel A ist offen, jene B durch einen Metalldeckel verschlossen, in welchem bei e eine möglichst feine Oeffnung sich befindet. Füllt man das Instrument mit Wasser, so dass in dem Kommunikationsrohre eine Luftblase cd zurückbleibt, so geht die Verdunstung in der offenen Kapsel A ungehindert vor sich, während in B nur eine verschwindend kleine Menge verdunsten kann. Da nun das Wasserniveau bei A und B gleichbleiben muss, so wird die Blase cd um so näher an A rücken, je grösser die Verdunstung wird. Damit ist die Theorie des Instrumentes erklärt und es handelt sich nunmehr um dessen Aufstellung.

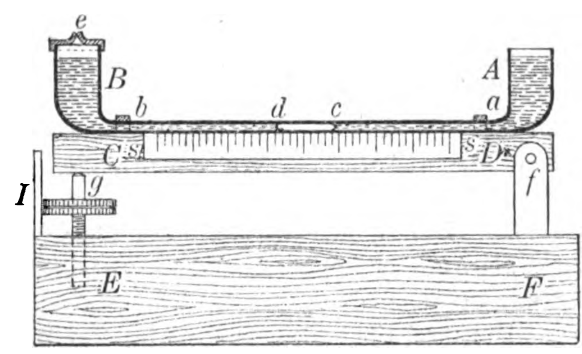


Fig. 13.

Das Glas ist durch zwei Klemmen bei a und b an einer Holzunterlage CD befestigt; letztere wird wieder von einem als Fuss dienenden Kästchen EF getragen und hat eine vertikale Bewegung um die horizontale, genau unter der Mitte der Kapsel A befindliche Axe f mittels der Schraube g und dem Index J. Die Schraube hat ihren Gang in dem Kästchen EF und befindet sich genau unter der Mitte von B angebracht. Wird die Kapsel B durch $2\,n$ Umdrehungen der Schraube um $2\,h$ Millimeter erhöht, so steigt in A das Wasser um h Millimeter und die Luftblase geht gegen A um einen an der Skale ss abzulesenden Betrag von p Skalentheilen vorwärts, welcher dieser Niveauänderung von h Millimetern entspricht. Um demnach die Ablesungen der Skale in Verdunstungshöhe zu verwandeln, hat man sie mit dem Faktor h/p zu multipliziren.

Die Schraube g dient auch dazu, die Luftblase cd in das Kommunikationsrohr hineinzubringen. Zu diesem Zwecke senkt man die Kapsel B um 6 bis 8 Linien und giesst in A Wasser ein, bis die Oberfläche in a zu stehen kommt, dann schraubt man B weiter hinunter, bis die Oberfläche um ein Stück von der Länge l im Rohre zurückgeht, und giesst Wasser nach; man erhält so eine Blase von der Länge l. Bei fortgesetztem Nachgiessen muss die Unterlage CD langsam wieder horizontal gestellt werden, so dass zuletzt die Blase innerhalb der Skale und ungefähr am Anfange derselben zu stehen kommt.

[1]) *Carl's Repertorium.* **6.** *S. 113.*

Beim zweiten Instrument (Fig. 14) sind *A*, *B* wieder zwei Gefässe, die durch das graduirte Kommunikationsrohr *ab* verbunden sind. Die Verdunstung geht bei *A* vor sich, die Kapsel *B* endigt in einer feinen Spitze *e*, welche durch die von der Feder *g* angedrückte Klappe *ff'* verschlossen wird. Ein Winkelstück *mn*, mittels der Schraube *h* an das senkrechte Brett *C* gedrückt und um *h* drehbar, dient als Träger des Glases, welches daran durch die Klemmen *c* festgehalten wird.

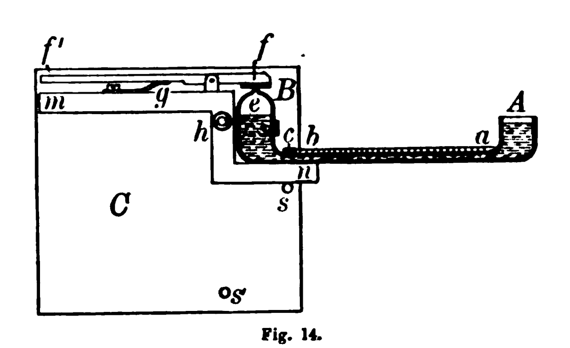


Fig. 14.

Will man nach einer gewissen Zeit die Verdunstungshöhe messen, so fasst man die Enden *m* und *f'* zusammen und bewegt das Winkelstück langsam abwärts, bis die Flüssigkeit die Oeffnung *e* erreicht, lässt dann die Klappe zufallen und bringt durch weitere Drehung das Instrument in die senkrechte Stellung (*ab* vertikal nach aufwärts). Auf solche Weise tritt die ganze Flüssigkeit in das Kommunikationsrohr zurück und man liest an der Skale den Theilstrich, mit welchem die Oberfläche koincidirt. Der Unterschied zwischen dieser Ablesung und der nach gleichem Verfahren am Anfange des Beobachtungszeitraumes vorgenommenen Ablesung stellt die Verdunstungshöhe dar.

Die zwei Stellstifte *s* und *s'* in dem Brette haben die Stellung des Winkelstückes bei der Verdunstung und jene bei der Ablesung zu bestimmen.

Um die Skalentheile in absolutes Maass zu verwandeln, ist es noch nöthig, das Verhältniss der inneren Weite des Gefässes *A* und des Kommunikationsrohres zu ermitteln. Man thut dies am einfachsten, indem man auf der Kapsel *A* eine feine Millimetertheilung einritzt und bei einem tieferen Stande des Wassers die Skale abliest, dann Wasser nachgiesst und die Ablesung wiederholt. Ist der Unterschied der Skalenablesungen *m*, der Unterschied der korrespondirenden Wasserhöhen in der Kapsel *n*, so ist n/m der Faktor, womit man die Skalentheile multipliziren muss, um sie in absolutes Maass zu verwandeln.

Ein sehr einfacher Apparat zur Messung der Verdunstung rührt von Prettner her. Bei diesem Instrument kommt das Prinzip der Flächenreduktion in umgekehrter Art, als sonst üblich, zur Anwendung. Anstatt nämlich die übrig gebliebene Wassermenge mit einem Messrohre zu bestimmen, misst er die verdunstete Menge mit dem Rohr in folgender Weise:

Prettner nimmt ein Zinkgefäss[1]) von der Form und Oberfläche der bei Regenmessern üblichen Auffanggefässe, aber von flacherem Boden, mit nur etwa 5 *cm* Randhöhe und unten mit einem gut schliessenden Hahn versehen. An einer passenden Stelle ist eine feine Nähnadel so angebracht, dass sie die Oberfläche des eingegossenen Wassers so berührt, wie im Fortin'schen Barometer die Quecksilberfläche. So wird das Gefäss neben dem Regenmesser befestigt und der Verdunstung ausgesetzt. Am nächsten Tage misst man die Verdunstung dadurch, dass man aus der bis zur höchsten Marke gefüllten Messröhre des Regenwassers so lange in sehr dünnem Strahle Wasser zugiesst, bis die Nadelspitze

[1]) *Zeitschr. der österr. Gesellsch. für Meteorologie* 7. *S. 319.*

wieder die Oberfläche berührt. Die zugegossene Menge entspricht dann der verdunsteten Menge.

Von den Verdunstungsmessern der zweiten Kategorie, bei welchen die Verdunstung durch Wägung bestimmt wird, ist jenes von Leutmann (1725) das älteste. Leutmann bediente sich eines bleiernen Gefässes, brachte dieses mit Wasser gefüllt auf einer Wagschale in's Gleichgewicht, und bestimmte die Quantität des verdunsteten Wassers nach den Graden, welche die Zunge des Waagebalkens an einem getheilten Kreisbogen durchlief.[1]) Saussure[2]) bediente sich eines Rechteckes von feiner Leinwand, spannte dieses in einen leichten Rahmen, so dass es denselben nirgend berührte, befeuchtete die Leinwand und wog sie auf einer feinen Waage. Nachdem nun die Leinwand 20 Minuten der Verdunstung ausgesetzt war, bestimmte er den Gewichtsverlust durch abermalige Wägung, und nun wiederholte er das Verfahren in gleichen Intervallen fort, bis ungefähr die Hälfte des Gewichtes abgegangen war. Die zweite Hälfte benutzte er für die Beobachtung nicht, in der Annahme, dass dieser Rest der Flüssigkeit von der Leinwand zu stark zurückgehalten wird, wodurch die Verdunstung nicht mehr regelmässig vor sich gehen kann.

Gube[3]) hat das Prinzip Leutmann's dadurch modifizirt, dass er anstatt einer förmlichen Waage einen Hebel anwendete, an dessen einer Seite die Verdunstungsschale, an der anderen ein Gewicht angebracht war. Der Hebelarm an der Seite des Gewichtes war verlängert und spielte mit einer feinen Spitze vor einer Skale. Bei der Verwendung des Instrumentes wurde in die Verdunstungsschale so viel Wasser gegossen, bis der Zeiger der Skale auf Null zeigte. Bei der darauffolgenden Verdunstung hob sich der eine Arm, während sich der andere senkte und erlaubte dadurch die Menge des verdunsteten Wassers abzulesen. Zur Eintheilung der Skale konnte man sich eines empirischen Verfahrens bedienen, welches keiner weiteren Erläuterung bedarf.

Die Instrumente von Wild[4]) und Osnaghi beruhen beide auf demselben Prinzip und differiren nur unbedeutend in der Konstruktion[5]). Der Verdunstungsmesser von Osnaghi (Fig. 15) besteht aus dem Gefässe S, welches an einem vertikalen Stahlstäbchen befestigt ist, das durch eine Feder F gehalten wird. Das Stäbchen trägt in der Mitte einen Metallrahmen mn, durch welchen ein Faden gespannt ist, der sich um eine auf der Zeigeraxe A befestigte Welle schlingt. Ist die Schale leer, so drückt die Feder F das Stäbchen nach aufwärts, wird es aber durch Wasser belastet, so giebt die Feder nach, die Schale senkt sich und dreht den Zeiger Z mit. Die Eintheilung am Theilkreis ab ist derart gemacht, dass der Zeiger bei ganz gefüllter Schale auf Null zeigt und nach Maassgabe der verdunsteten Wassermenge auf die folgenden Theilstriche übergeht.

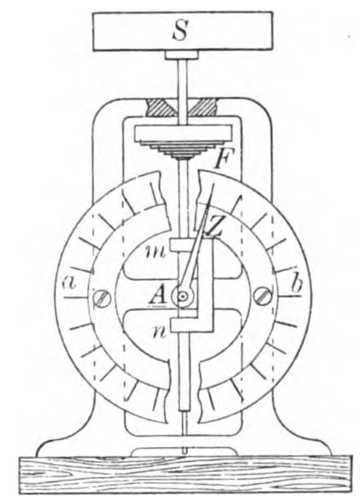


Fig. 15.

Beim Wild'schen Verdunstungsmesser (Fig. 16) wird die mit Wasser ge-

[1]) *Instrumenta Meteorognosiae inserventia. Wittenb. 1725 durch Gehler a. a. O. S. 432.* — [2]) *Gehler a. a. O. S. 438.* — [3]) *Die Ergebnisse der Verdunstung und des Niederschlages auf der Königl. meteorolog. Station zu Zechen bei Guhrau von Friedr. Gube. Berlin 1864. S. 3.* — [4]) *Carl's Repertorium* **16.** *S. 273.* — [5]) *Ztschr. für Meteorologie* **9.** *S. 54.*

füllte Schale *S* auf den Stift *B* der Waage gesetzt und der Stand des Zeigers *D* am Gradbogen *G* abgelesen. Nach einer gewissen Zeit wiederholt man die Ablesung und erhält so das Maass der Verdunstung. Prof. Wild setzt sein Instrument so in ein Kästchen, dass die Schale ausserhalb desselben zu stehen kommt. In dieses Kästchen wird ein Gefäss mit Chlorcalcium gestellt, um die Luft im Innern desselben trocken zu erhalten und die Stahlbestandtheile vor Oxydation zu schützen.

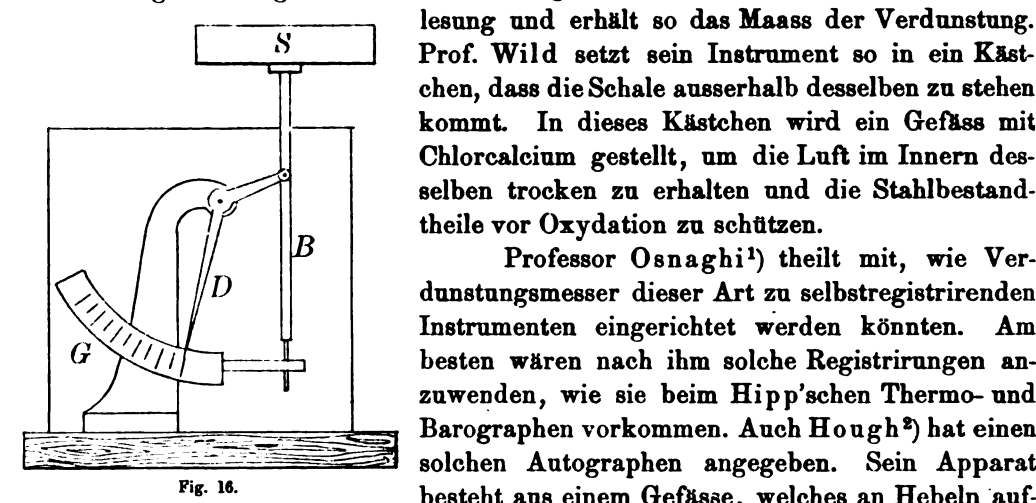


Fig. 16.

Professor Osnaghi[1]) theilt mit, wie Verdunstungsmesser dieser Art zu selbstregistrirenden Instrumenten eingerichtet werden könnten. Am besten wären nach ihm solche Registrirungen anzuwenden, wie sie beim Hipp'schen Thermo- und Barographen vorkommen. Auch Hough[2]) hat einen solchen Autographen angegeben. Sein Apparat besteht aus einem Gefässe, welches an Hebeln aufgehängt und mittels einer kleinen Feder im Gleichgewicht erhalten wird. Jede Aenderung des Gewichtes des Wassers im Gefässe, wird an der Skale einer empfindlichen Waage angezeigt. Um die Aufzeichnung der stündlichen Gewichtsänderung zu bewirken, lässt Hough einen Hebel sich zwischen zwei Platinaspitzen bewegen, so dass bei einer Gewichtsänderung um einen bestimmten Betrag ein elektrischer Strom geschlossen wird, der einen Elektromagneten in Wirksamkeit setzt. Durch den Elektromagneten wird auf ähnliche Weise wie beim registrirenden Baro- und Thermometer eine Mikrometerschraube bewegt, welche die richtige Stellung des Typenrädchens bewirkt.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Hydrometrischer Universalflügel.

Von **A. Ott** in Kempten.

Aus dem von mir geleiteten mathematisch-mechanischen Institut, welches seit vielen Jahren die Anfertigung von Wassergeschwindigkeitsmessern als Spezialität betreibt und insbesondere die von Prof. Harlacher erfundenen Apparate *(Vgl. diese Zeitschr. 1887)* mit elektrischer Zeichengebung bereits in grosser Zahl an Strombauverwaltungen geliefert hat, ist neuerdings ein Universalflügel hervorgegangen, welcher dem Hydrotechniker wesentliche Vortheile bietet. Derselbe lässt sich sowohl in kleinen und grossen Gewässern, als auch bei Hochwasser in Anwendung bringen und ersetzt bei letzterem die üblich gewesenen Schwimmermessungen vollständig. Zu diesem Zwecke kann der Universalflügel sowohl, auf einer feststehenden Stange gleitend, die Geschwindigkeiten in verschiedenen Wassertiefen messen, als auch unter Zugrundelegung der Harlacher'schen Methode der Abflussmengenmessung mittels Oberflächengeschwindigkeit, als Schwimmflügel am Seil hängend zur Ermittlung der Oberflächengeschwindigkeiten verwendet werden.

Die Konstruktion dieses Schwimmflügels rührt von Herrn Ingenieur Huber in Leipzig her und ist von mir zum Universalflügel ausgebildet worden. Das Instrument gestattet dreierlei Zusammenstellungen und zwar: 1. Als Schwimmflügel für Hochwassermessungen. (Fig. 1 a. f. S.) 2. Als gewöhnlicher hydrometrischer Flügel mit Führungsstange für Flussmessungen. (Fig. 2 S. 62) 3. Wie bei 2., jedoch in kleinerer Form für Bach- und Kanalmessungen. (Fig. 3 S. 63).

[1]) *Ztschr. d. oesterr. Gesellsch. f. Meteorologie* **9.** *S. 55.* — [2]) *A. a. O. Bd. 7. S. 93.*

Der Schwimmflügel (Fig. 1) besteht aus vier Haupttheilen, den Flügelschaufeln, der Kontaktkammer, dem Steuerruder und der Aufhängevorrichtung. Die Flügelschaufeln sind in zwei Grössen, zum Umwechseln, vorhanden. Hiervon wird die kleinere, mit einer Schraubenganghöhe von 40 *cm*, für Wassergeschwindigkeiten von ungefähr 0,4 bis 2 *m* pro Sekunde, die grössere, mit einer Ganghöhe von 1 *m*, für Geschwindigkeiten

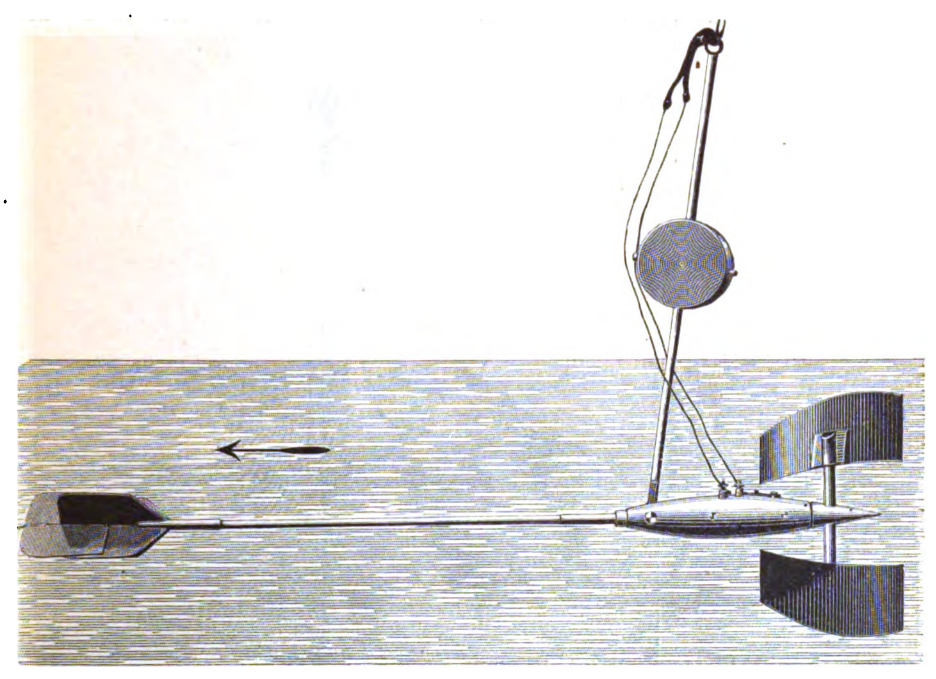


Fig. 1.

von 1 bis 4 *m* und darüber verwendet. — In der Kontaktkammer ist die Flügelaxe gelagert und sind die Kontaktklemmen, Federn und das Zählrädchen für je 50 Umdrehungen enthalten. Um der Flügelaxe einen möglichst leichten Gang zu geben, ist dieselbe in Achatsteinen gelagert.

Eine Seitenwand der Kammer lässt sich durch Lösung von zwei Schrauben wegnehmen, wodurch eine Reinigung und Berichtigung etwa eingetretener Störungen sehr leicht möglich ist. — Das Steuerruder besteht aus einem langen runden Messingstabe, der mit Gewinde in die Kontaktkammer eingeschraubt wird und am hinteren Ende gekreuzte Schaufeln trägt. Die Länge des Stabes und die Grösse der Steuerruderflächen ist so bemessen, dass der Flügel sich stets genau in die Richtung des Stromstriches einstellt und gleichzeitig am Aufhängepunkt ausbalancirt ist, wenn die kleinere der beiden Flügelschaufeln in Anwendung kommt. Bei Anwendung der grossen Flügelschaufel, welche etwas schwerer ist, wird, um das Gleichgewicht wieder herzustellen, das hintere Ende des Steuerruders durch Befestigen einer weiteren Blechtafel beschwert. — Der Schwimmflügel wird an einem doppelten Kabel aufgehängt, dessen Länge beliebig gross sein kann und dessen Enden einerseits zur Kontaktkammer, andrerseits zur Batterie und zum Tourenzähler oder der Signalglocke gehen. Damit der Flügel vom Wasser wenig flussabwärts getrieben wird, ist derselbe durch ein über Wasser stehendes Bleigewicht belastet. Dieses Gewicht, wie auch die ganze Aufhängevorrichtung lässt sich leicht und schnell vom Schwimmkörper entfernen.

Schraubt man die Kontaktkammer und das Steuerruder auseinander und setzt zwischen dieselben ein auf einer feststehenden Stange gleitendes Hülsenstück, so hat man schon die



wesentlichen Bestandtheile des hydrometrischen Flügels mit Führungsstange (Fig. 2) vor sich und braucht nur noch eine abschraubbare Grundscheibe und eine Gleitrolle und Klemme für das Kabel. In dieser Form kann der Flügel zu vollständigen Wassermessungen in Flüssen angewendet werden, bei welchen im Flussquerprofil in verschiedenen Breiten und Tiefen die Geschwindigkeiten gemessen werden sollen. Das obere Ende der Hülse trägt einen Haken, mittels dessen der Flügel an einem Kabel aufgehängt ist. Zum Festhalten des Flügels dient ein an dem Klemmstück angebrachter exzentrischer Hebel. Da der Auf-

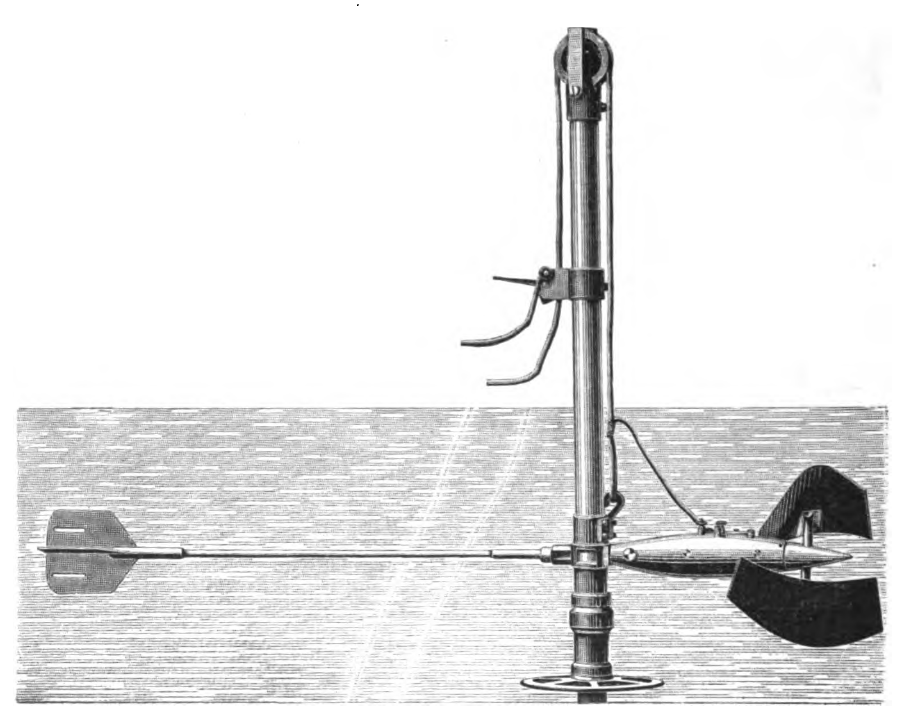


Fig. 2.

hängepunkt des Flügels in diesem Falle etwas nach rückwärts verlegt ist, die Rückseite aber durch das Hülsenstück wieder stärker belastet wird, so ist der Flügel wie vorhin wieder am Aufhängepunkt balancirt. Die Stange zu diesem Flügel wird je nach der Tiefe des Wassers und der grössten Geschwindigkeit desselben von 32 *mm* Durchmesser und 4 *m* Länge bis 50 oder 60 *mm* Durchmesser und 10 *m* Länge ausgeführt; im letzteren Falle ist dieselbe in zwei oder drei Theile zerlegbar.

Für Bäche und Kanäle sind im Allgemeinen die Schaufeldimensionen des beschriebenen Flügels zu grosse. Bei Anwendung einer Flügelstange von nur 32 *mm* Durchmesser lässt sich der Apparat indess noch zu Messungen in solchen Gewässern verwenden; es wird dann (Fig. 3) an dem Hülsenstück einerseits ein in kleineren Dimensionen gehaltener Flügel mit Zählrädern für 1000 Umdrehungen und mit elektrischem Kontakt für je 50 Umdrehungen, und andrerseits ein entsprechend grosses Steuerruder angeschraubt. In dieser Ausrüstung kann der Flügel entweder unter Benutzung der Grundscheibe, des Kabels, der Kabelrolle und des Klemmstückes an einer feststehenden Stange vertikal beweglich montirt sein, oder unter Weglassung dieser Theile, mittels einer auf der Zeichnung nicht sichtbaren Druckschraube an der Stange (eventuell auch an einer kürzeren Holzstange) befestigt werden, wobei es dann möglich ist, die Flügelaxe bis auf 6 *cm* über die Kanalsohle zu bringen und Geschwindigkeiten bis auf 0,1 *m* zu ermitteln. Von Anwendung der Batterie und Signalglocke kann in diesen Fällen abgesehen werden und man benutzt nur das gewöhnliche Zählwerk mit der Auslöseschnur. Will man aber doch mit Batterie und Glocke

arbeiten, so können durch eine Schraube die Zählräder in fortwährenden Eingriff mit der Flügelaxe gebracht werden, wodurch die Benutzung der Auslöseschnur überflüssig wird.

Als Stromquelle dienen vier Mehner'sche Trockenelemente, die sehr wirksam und konstant sind. Es genügen zum Betrieb der Glocke in der Regel zwei Elemente und man kann damit bei längeren Messungen wechseln. Ein elektrischer Tourenzähler für einzelne

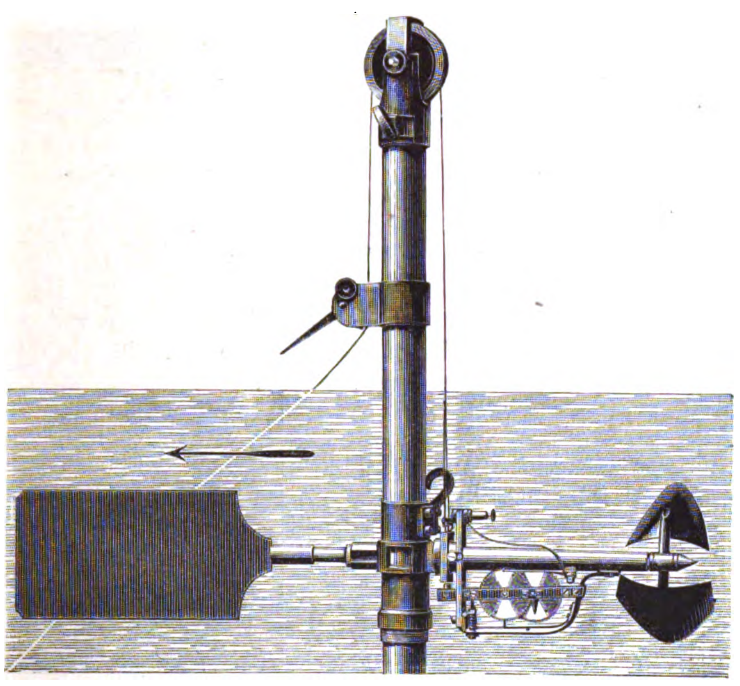


Fig. 3.

Umdrehungen, welcher den Preis der ganzen Einrichtung erheblich erhöht, wird, da er zu den Messungen nicht durchaus nöthig ist, nur auf besonderes Verlangen beigegeben. Die Kontaktvorrichtung für einzelne Umdrehungen wird aber trotzdem bei jedem Instrument dieser Art angebracht, weil die Konstantenbestimmung der Flügelschaufeln mit der Glocke schwierig auszuführen wäre und hierzu in der Regel ein elektrischer Tourenzähler verwendet wird. Für die Konstantenbestimmung hydrometrischer Flügel hat die geodätische Abtheilung der königlichen technischen Hochschule in München eine gut ausgestattete Versuchsstation eingerichtet und werden dortselbst in den Sommermonaten neue und ältere Wassergeschwindigkeitsmesser der verschiedensten Konstruktionen bestimmt.

Neuer Erhitzungsapparat für mineralogische Untersuchungen.

Von **R. Brünnée**, in Firma **Voigt & Hochgesang** in Göttingen.

Der Apparat, welcher leicht jedem Mikroskop angepasst werden kann, dient dazu, feste Präparate oder Flüssigkeiten schnell auf hohe Temperaturen zu erhitzen. Da die Flamme direkt unter dem Objektträger brennt, so kann auch während der Erhitzung unbehindert im polarisirten Licht beobachtet werden. Der Apparat ist in folgender Weise eingerichtet. Der Objekttisch *B* (Fig. 1 a. f. S.) hat unten einen vielfach durchbohrten Ansatz, um dessen untersten konisch gedrehten Theil der Arm *A* gelegt ist. Durch ein Schraubstück *c* wird der auf dem Konus drehbare Arm *A* auf *B* gehalten. Zwischen *c* und *B* bleibt ein

ringförmiger Zwischenraum o, welcher sich nach innen zu einem feinen Spalt verengt. Hier strömen, durch die Kanäle G und L (Fig. 2) des Armes A zugeführt, Gas und Luft

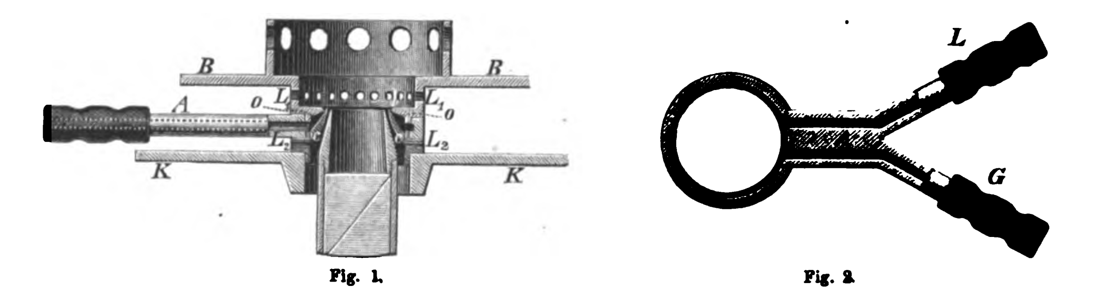
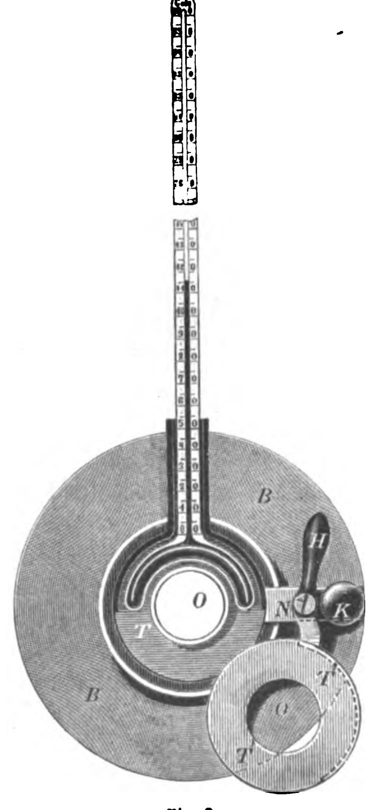


Fig. 1. Fig. 2.

zur Bildung der Flamme aus. Der Objekttisch B ist mit den als Abzüge wirkenden Lochreihen L_1 . . . . versehen. Die Oeffnungen L_2 gestatten die Zuführung von Luft. Der Kanal L des Armes A ist mit einem Gebläse verbunden, wodurch bei Bedarf auch eine schnelle Abkühlung herbeigeführt werden kann.


Fig. 3.

Um diesen Apparat mit einem Mikroskop zu verbinden, wird der untere Ansatz des Schraubstückes c in die Oeffnung des betreffenden Mikroskoptisches gepasst und dann folgt derselbe unbehindert den Drehungen des Tisches, während der Arm A mit den Zuführungsschläuchen stehen bleibt.

Dem Apparat wird ferner, für Erhitzungen bis 360° C., eine Trommel (Fig. 3), welche zur Aufnahme eines Thermometers, sowie der Präparate dient, beigegeben. Dieselbe besteht aus zwei Theilen T und T'; der untere Theil T, welcher zugleich das Thermometer trägt, wird durch die Kopfschraube K mit dem Objekttisch B des Erhitzungsapparates verbunden, während der obere Theil T' durch den Hebel H um die Axe N zur Seite geklappt werden kann. Die Präparate werden auf einen in der Trommel befindlichen Ring gelegt und in gleicher Höhe des Thermometers gehalten.

Der Apparat war in der Ausstellung der Heidelberger Naturforscher-Versammlung ausgestellt, und ist auch in der *Abtheilung für Instrumentenkunde* vorgeführt worden (vgl. *diese Zeitschr. 1889. S. 359 u. 478*). Der Apparat, welcher sich einer beifälligen Aufnahme erfreute, eignet sich vornehmlich für mineralogisch-petrographische Untersuchungen.

Referate.

Ueber ein neues Messinstrument für Strahlungen elektrischer Kraft.

Von W. G. Gregory. *The Electrician. 24. S. 16. November 1889.*

Die von Hertz angegebene Methode, Strahlungen elektrischer Kraft durch überspringende Funken nachzuweisen, erachtet Gregory für quantitative Bestimmungen nicht genau genug; er benutzt dafür die mittels Spiegel und Skale messbare Verlängerung eines gespannten Drahtes, der von den durch Strahlung induzirten Strömen durchflossen wird

und daher einer Temperatursteigerung unterliegt. Der Apparat besteht im Wesentlichen aus einem horizontal liegenden langen Rohre (der längere Theil aus Glas, der kürzere aus Messing), in welchem ein langer, sehr dünner Platindraht ausgespannt ist. Das eine Ende desselben ist mit dem einen Rohrende fest verbunden, während das andere Ende mit einer ebenfalls horizontal liegenden Feder (nach Ayrton und Perry) verbunden ist, die ihrerseits wieder an dem anderen Ende des ersterwähnten Rohres befestigt ist und deren Spannung durch eine Schraube justirbar ist, wodurch zugleich die Spannung des Platindrahtes bewerkstelligt wird. (Die Feder von Ayrton und Perry, die zuerst 1884, in dem Voltmeter der Genannten Verwendung fand, hat die Form eines in die Länge gezogenen und dabei um die Längsaxe tordirten Hobelspanes; wenn man das eine Ende der Feder festhält und die Feder in der Längsrichtung beansprucht, so beschreibt in Folge der eigenthümlichen Gestalt der Feder das bewegliche Ende eine Kreisbewegung um die Federaxe). An der Stelle, wo der Platindraht an der Feder befestigt ist, befindet sich der Beobachtungsspiegel. Verlängert sich der Draht in Folge der von der Stromwirkung herrührenden Temperaturerhöhung, so wird die Spannung der Feder verändert, also eine Rotationsbewegung des mit dem Platindraht verbundenen Federendes und damit des Spiegels bewirkt. In dem vom Autor speziell beschriebenen Instrument betrug die Länge des Platindrahtes 192 *cm*, sein Durchmesser 0,086 *mm*; die Feder war 25 *cm* lang und beschrieb bei einer Verlängerung um 1 *mm* zehn volle Umdrehungen. Die kleinste genau (?) messbare Verlängerung des Drahtes betrug nach Gregory's Angaben 0,005 μ und entsprach einer Temperaturzunahme von 0,003° *C*. — Theoretisch sollten Drähte aus anderen Metallen, z. B. Kupfer oder Aluminium, noch empfindlichere Messungen möglich machen; die damit angestellten Versuche ergaben jedoch nicht das erwartete Resultat. *B.*

Ueber einige Anwendungen enger Glasröhren.

Von F. Melde. *Ann. der Phys. u. Chemie, Neue Folge.* ***32.*** *S. 659. (1887.)*

Das Melde'sche Kapillarbarometer.

Von C. Fischer. *Inaugural-Dissertation.* Marburg 1889.

Der Umstand, dass eine Quecksilbersäule in einer oben verschlossenen Glasröhre von weniger als 2 *mm* innerem Durchmesser nicht ausfliesst, auch wenn sich ein Quantum Luft über dem Quecksilber befindet, ist vom Verf. nach verschiedenen Richtungen hin vortheilhaft verwerthet worden. Die Länge der möglichst zylindrischen Röhre, mit welcher experimentirt wurde, betrug etwa 1 *m*. Der Verschluss des einen Endes wurde nicht durch Zuschmelzen hergestellt, sondern mit Hilfe eines gut passenden, und mit Siegellack oder Kitt befestigten Eisenzylinders, um nämlich zur Messung der Länge des Luftzylinders einen gewöhnlichen, äquidistant getheilten Maassstab benutzen zu können. — Die Kalibrirung geschah durch Eingiessen gleicher Mengen Quecksilber mit Hilfe eines kleinen Glasgefässes, und durch kathetometrische Ablesung. „Die erste Anwendung führt zu einer überaus angenehmen Bestätigung des Mariotte'schen Gesetzes“. Ist das offene Ende des vertikalen Glasrohres nach oben gekehrt, so steht das abgesperrte Luftquantum vom Volumen v unter dem Drucke $B+h$, wenn B den zeitweiligen Barometerstand, h die Länge der Quecksilbersäule bezeichnet. Wird nun das Glasrohr in die umgekehrte Lage gebracht, so wächst das Luftvolumen an auf v', indem der Druck auf $B-h'$ sich verringert. h' würde $= h$ sein, wenn das Rohr ganz zylindrisch wäre, man erkennt aber, dass in Folge der jedesmaligen Messung des Quecksilberfadens die Kalibrirung nur auf den Theil des Glasrohres sich zu erstrecken braucht, in welchem das Luftquantum sich bewegt. In Bestätigung des Mariotte'schen Gesetzes muss der Versuch ergeben: $v(B+h) = v'(B-h')$, oder der Quotient

$$Q = \frac{v'(B-h')}{v(B+h)}$$

muss gleich 1 werden. Drei Versuche ergaben beispielsweise $Q = 0{,}998;\ 1{,}005;\ 1{,}003$,

Aus dem Vorstehenden ist nun schon ersichtlich, dass mit Hilfe der in Rede stehenden einfachen Vorrichtung zweitens der Barometerstand gefunden werden kann, denn die Auflösung obiger Gleichung ergiebt: $B = (vh + v'h')/(v' - v)$. Es fand sich z B. $B = 737{,}2$ *mm*, während an einem Barometer 736,8 abgelesen wurde. Verfasser bezeichnet deshalb die Vorrichtung als Kapillarbarometer; er hat dieselbe offenbar früher konstruirt, als T. H. Blakesley das von ihm *Amphisbæna* genannte Barometer, welches in *dieser Zeitschr. 1889. S. 74* besprochen wurde und mit dem Melde'schen Kapillarbarometer vollkommen identisch ist. Wir möchten die Priorität der Melde'schen Konstruktion hiermit ausdrücklich hervorheben und bedauern, dass uns die sehr beachtenswerthe Anordnung seiner Zeit entgangen ist; der sehr allgemein gehaltene Titel der Melde'schen Abhandlung mag dazu beigetragen haben.

Eine dritte Anwendung gestatten die Kapillarröhren in Bezug auf das Ausströmen von Gasen aus feinen Oeffnungen oder deren Durchgehen durch poröse Körper. Wird z. B. das eine Ende eines beiderseits offenen Rohres durch ein aufgesiegeltes kleines Platinplättchen mit feiner Oeffnung geschlossen und nach unten gekehrt, so wirkt der Quecksilberfaden als konstanter Ueberdruck, unter welchem das Ausströmen von Statten geht, während bei dem bekannten Bunsen'schen Apparate der Druck variabel ist. Um ein anderes Gas zu verwenden, streift man über das mit dem Plättchen versehene Ende einen dünnen Gummischlauch, welcher mit der Gasquelle in Verbindung steht, und lässt die Quecksilbersäule langsam nach dem offenen Ende herabsinken. Diese erste Füllung ist aber noch nicht genügend rein; man stösst sie durch Umkehren des vom Gummischlauch befreiten Rohres aus und wiederholt einigemale die Operation. Werden die Ausflusszeiten für Luft und Gas beziehungsweise mit t und t_1 bezeichnet, so berechnet sich die Dichtigkeit s_1 des Gases, auf Luft als Einheit bezogen, nach der Formel $s_1 = t_1^2/t^2$. Für Leuchtgas wurden auf diese Weise nacheinander die Werthe 0,449; 0,441, 0,436 gefunden, was wohl als genügende Uebereinstimmung betrachtet werden darf.

Das Melde'sche Kapillarbarometer wird nun in eingehender Weise in der oben angegebenen Dissertation von C. Fischer behandelt. Verfasser beschäftigt sich in den ersten sechs Seiten seiner Abhandlung mit der Beschreibung der Herstellung und Kalibrirung der Versuchsröhren, wie dieselbe schon in der vorstehend besprochenen Melde'schen Abhandlung gegeben worden ist. Es wird dann der Fehler des Meniskus behandelt, welcher indess nur bezüglich der Bestimmung des Luftvolumens in Frage kommt; denn bei dem Quecksilberfaden heben die an beiden Enden wirksamen Kapillarkräfte einander auf, weil beide Kuppen sich in Luft befinden. — Bunsen hat in seinen *Gasometrischen Methoden* ein Verfahren angegeben, den Fehler des Meniskus zu bestimmen: er giesst auf die Quecksilberkuppe eine verdünnte Lösung von Quecksilbersublimat, welches bewirkt, dass sich das Quecksilber in eine ebene Fläche ausbreitet. Die Differenz zwischen der Ablesung am Gipfel der Kuppe und derjenigen an der ebenen Fläche nennt Bunsen den „Fehler des Meniskus". Dieses Verfahren wurde vom Verf. an einem 2,3 *mm* weiten Rohre versucht, wobei sich 0,35 *mm* als Werth des Fehlers ergab. — Da indessen die Sublimatlösung das Quecksilber verunreinigte, so beschränkte sich Verf. hinfort auf eine theoretische Berechnung des Fehlers, unter der Annahme, dass der Meniskus die Form eines Kugelsegmentes habe; dabei ergab sich für dasselbe Rohr ein mit jenem ziemlich gut übereinstimmender Werth, nämlich: 0,31 *mm*.

Für das Kapillarbarometer war dann noch eine Tabelle zur Reduktion auf Null Grad zu berechnen, wobei die thermische Ausdehnung des hölzernen Maassstabes vernachlässigt wurde. Bei der Vergleichung der Beobachtungen mit denjenigen an einem Normalbarometer wurde dann auch noch die Höhendifferenz der beiden, nicht in derselben Etage befindlichen Barometer berücksichtigt. 48 Vergleichungen lieferten Abweichungen, welche nur zwischen + 0,8 und — 0,7 *mm* schwankten. Hierbei betrug die Länge des abgesperrten Luftquantums in horizontaler Lage 150 bis 250 *mm*, diejenige der Quecksilbersäule

etwa 450 *mm*, so dass die ganze Länge derjenigen eines gewöhnlichen Barometers ungefähr gleich kam. Ein viel ungünstigeres Resultat wurde mit kürzeren Röhren, von 150 bis 300 *mm*, erzielt: die Fehler erreichen hier einen Betrag von 27 *mm*!

Durch einen einfachen Kunstgriff lässt sich jedoch eine Verkürzung des Kapillarbarometers herbeiführen, ohne dass das verkürzte dem längeren an Genauigkeit nachsteht. Man braucht nur denjenigen Theil des Rohres, welcher stets mit Luft gefüllt bleibt, in eine Kugel zu verwandeln, deren Volumen in gewöhnlicher Weise durch eingefülltes Quecksilber bestimmt wird.

„Einer praktischen Verwendung des Kapillarbarometers dürfte Nichts im Wege stehen. Zu verschiedenen Zwecken ist es dem gewöhnlichen Barometer sogar vorzuziehen, z. B. als Reisebarometer. Denn alle Vorsichtsmaassregeln, welche der Transport des gewöhnlichen Barometers nöthig macht, fallen bei dem Kapillarbarometer fort. Ein nicht unwesentlicher Vorzug des Kapillarbarometers ist die leichte Anfertigung und Billigkeit desselben.“ *Sp.*

Ueber Gebirgsmagnetismus.

Von O. E. Meyer. (*Sitzungsber. der math.-phys. Klasse der K. B. Akad. der Wissenschaften 1889. 9. und Jahresbericht der schles. Gesellschaft für vaterl. Kultur 1888*).

Es ist schon vielfach beobachtet worden, dass die Magnetnadel durch gewisse Bergmassen stark beeinflusst wird. So haben Lamont und Kreil aus den an vielen Orten Bayerns und Oesterreichs bestimmten erdmagnetischen Elementen auf eine störende Wirkung der Gebirge geschlossen. Eingehender ist jedoch der Einfluss des Gebirges auf die beobachteten Werthe der erdmagnetischen Elemente noch nicht studirt worden. Einen wichtigen Beitrag zu dieser Frage liefern die Messungen, welche der Verfasser im August 1887 mit einem von C. Bamberg gebauten magnetischen Theodoliten an der Schneekoppe ausgeführt hat; dieselben zeigen einen bedeutenden Einfluss dieses Berges auf die magnetische Kraft, der sich darin äussert, dass die auf demselben gemessenen Elemente grösser ausfallen als in seiner nächsten Umgebung in der tieferen Lage. Es wurden folgende Werthe beobachtet:

	Krummhübel.	Melzergrund.	Schneekoppe.	Riesengrund.	Spindelmühl.
Seehöhe . . .	620 *m*	980 *m*	1600 *m*	960 *m*	750 *m*
Inklination . . .	65,2°	65,2°	65,4°	65,3°	—
Horizontalintensität (C. G. S.) .	0,192	0,194	0,194	0,193	0,192

Von den Beobachtungsstationen liegen die beiden ersten auf der schlesischen, die beiden letzten auf der böhmischen Seite des Gebirges. Da sowohl die Horizontalintensität als auch die Inklination wächst, so ist einleuchtend, dass auch die Gesammtkraft am Berge grösser sein muss. Zur vollen Sicherstellung dieser Thatsache wiederholte der Verfasser im August 1888 an denselben Oertlichkeiten die Messungen der Horizontalintensität mit dem Kohlrausch'schen Variometer. Wenn der Werth der Horizontalintensität in Krummhübel der Einheit gleich gesetzt wird, so ergeben sich folgende Zahlen:

Krummhübel	1,000
Schneekoppe, schles. S.	1,014
Schneekoppe, böhm. S.	1,020
Riesengrund	1,003
Spindelmühl	1,001

Diese Zahlen stimmen mit den oben mitgetheilten Daten so gut überein, dass an der Richtigkeit der Thatsache kein Zweifel bestehen kann. Nach der Ansicht des Verfassers ist die Ursache dieser Erscheinung in den magnetischen Eigenschaften des Berggesteins zu suchen.



Zur Beantwortung der Frage, ob durch magnetisches Gestein die erdmagnetische Kraft auf dem Berge verstärkt wird, führt der Verfasser folgende Messungen an, welche in einer Berggegend, wo sich unzweifelhaft magnetisches Gestein vorfindet, ausgeführt worden sind.

	Olbersdorf.	Spittelberg.	Tartarenschanze.
Seehöhe	285 *m*	375 *m*	265 *m*
Deklination . . .	9° 6′	9° 22′	16°
Inklination . . .	65,2°	65,3°	68,2°
Horizontalintensität	0,192	0,193	0,197

Die Beobachtungsorte liegen im schlesischen Hügelland. In Olbersdorf wurden die Messungen auf einer kleinen Insel im Teiche, welche wahrscheinlich von Lokaleinflüssen frei ist, ausgeführt; der Spittelberg befindet sich in der Nähe von Olbersdorf, und bei der Tartarenschanze befand sich der Beobachtungspunkt über einem Steinbruch, welcher stark magnetischen Serpentin liefert.

Zur Erklärung der Erscheinung, dass die erdmagnetische Kraft auf einem magnetischen Berge grösser als an dessen Fusse gefunden wird, kann man sich zwei verschiedene Vorstellungen über die Vertheilung der magnetischen Massen in dem Gestein bilden. Nach der einen können die magnetischen Massen so angeordnet gedacht werden, dass ihre magnetischen Axen horizontal von Süd nach Nord gerichtet sind, nach der anderen, dass diese Axen mit der Richtung der Totalintensität (oder Inklination) zusammenfallen. Welche von den beiden Vorstellungen die richtige ist, liesse sich durch Messungen auf einem magnetischen Berge und in seiner Umgebung nachweisen. Wäre die erste Ansicht richtig, so müssen nördlich und südlich vom Berge kleinere Werthe der Intensität gefunden werden als auf dem Gipfel oder östlich und westlich des Berges. Sind die magnetischen Axen des Gesteins parallel der Totalintensität gerichtet, so lässt sich aus den Intensitätsmessungen mit dem Berge und in seiner Umgebung kein so einfaches Gesetz aufstellen; die beobachteten Intensitäten hängen hauptsächlich von dem magnetischen Zustande des unmittelbar unter dem Beobachtungspunkte liegenden Gesteins ab.

Verfasser hat eine solche experimentelle Prüfung am Zobtenberg in Schlesien durchgeführt und erhielt mit dem Kohlrausch'schen Variometer folgende Zahlen.

Oestl. vom Berge, über Serpentingestein	290 *m*	1,004
südlich, über Serpentin	270 „	0,988
südlich, auf dem Sattel zwischen Geiersberg und Zobten, Serpentin .	385 „	0,988
auf dem Berggipfel, Gabbro . . .	788 „	1,014
westlich, Granit	260 „	1,013
nördlich, Granit	225 „	1,020

Man sieht, dass diese Zahlen der Annahme von der horizontalen Lage der Axen widersprechen, sie befinden sich aber in vollkommener Uebereinstimmung mit der zweiten Ansicht, wenn der Serpentin des Zobtenberges schwächeren Magnetismus besitzt als der dort vorkommende Granit und Gabbro.

Der Verfasser gelangt zu dem Schlusse, dass die vorherrschende Axe des Gebirgsmagnetismus am Zobten und wohl auch an allen magnetischen Bergen parallel der Inklination gerichtet ist. Dem entsprechend wird jede magnetische Bergkuppe in unseren Breiten an ihrer ganzen Oberfläche nur magnetische Südpole aufweisen können. Der Einwand, dass eine so einfache Anordnung des Magnetismus in einem Gebirge niemals gefunden wurde, dass jedoch häufig durch eine Untersuchung mit einer Bussole an magnetischen Felsen eine ganz unregelmässige Vertheilung von beiderlei Polen beobachtet worden ist, lässt sich nach Ansicht des Verfassers durch die Ueberlegung widerlegen, dass durch den Magnetismus eines Berges, dessen magnetische Axe mit der Inklinationsrichtung zusammenfällt, die

Kompassnadel aus ihrer Richtung nicht abgelenkt werden kann. Die Magnetisirung einer Bergmasse im Ganzen lässt sich daher auf diese Weise überhaupt nicht nachweisen. Ein einzelner Felsblock kann je nach seiner Lage eine ganz verschieden gerichtete magnetische Axe haben.

Die Erfahrungen dieser Untersuchungen haben Verfasser zur Konstruktion eines neuen Gebirgsmagnetometers geführt, dessen Beschreibung demnächst zu erwarten ist. (*Vgl. diese Zeitschr. 1889. S. 363.*) *J. Liznar.*

Hebervorrichtung für Pegel.

Von H. L. Marindin. *United States Coast and Geodetic Survey 1889, Bulletin No. 12.*

Die Einrichtung besteht im Wesentlichen aus einem in den Erdboden getriebenen, vertikal stehenden eisernen Rohr von etwa 10 *cm* Durchmesser, mit welchem ein zu ihm parallel liegendes Rohr von etwa 2 *cm* Durchmesser durch Klammern verbunden ist. Dasselbe mündet unten in das weitere Rohr; das obere Ende des engen Rohres ragt über den Erdboden heraus und an ihm ist ein Schlauch befestigt, dessen Länge so gewählt wird, dass ein an dem anderen Ende desselben angebrachtes, siebartig durchlöchertes Mundstück im Meeresgrunde, und zwar unterhalb des tiefsten Wasserstandes verankert werden kann. Nach Füllung dieser Leitung mit Wasser wird sich letzteres in dem weiten eisernen Rohr stets in gleiche Höhenlage mit dem Meeresspiegel stellen. Die Bewegung des Wassers wird durch diese Einrichtung erheblich abgeschwächt und es ist sonach möglich, mittels eines Schwimmwerkes an einem zweckmässig aufgestellten Messstabe die Wasserstandsbeobachtungen mit erhöhter Genauigkeit anzustellen.

Der Hauptvortheil dieser Einrichtung besteht darin, dass sie kostspielige Tunnel- und Rohranlagen unnöthig macht. Das Prinzip ist nicht neu. Eine ganz ähnliche Anordnung zur Füllung der Brunnenschachte von Registrirpegeln hat Prof. W. Seibt bereits Ende der siebenziger Jahre dem Kgl. Geodätischen Institut vorgeschlagen; dieselbe ist neuerdings an einem Flusspegel der Weichsel zur Anwendung gekommen. *W.*

Quarzfäden.

Von C. V. Boys. *Nature 1889.* ***40.*** *S. 247.*

Viele zur Messung schwacher Kräfte dienende physikalische Apparate, wie das Spiegelgalvanometer und die Drehwaage, beruhen bekanntlich auf dem Prinzip, dass durch die zu messende Kraft ein an einem dünnen Faden aufgehängter Körper aus seiner Anfangslage so weit herausgedreht wird, bis die Torsionskraft des Fadens der zu messenden Kraft das Gleichgewicht hält. Die Aufhängefäden, welche natürlich einen der wichtigsten Bestandtheile dieser Instrumente bilden, pflegen aus Glas, Metall oder Seide gefertigt zu werden; bei subtilen Untersuchungen erfüllen sie jedoch nicht mehr alle an sie gestellten Forderungen; die Metallfäden besitzen namentlich eine zu grosse Torsionskraft, so dass der Ausschlagswinkel nicht gross genug wird, die Glas- und Seidenfäden dagegen leiden an unvollkommener Elastizität, in Folge deren die Ablesung der Skale für den Ausschlagswinkel Null nicht dieselbe bleibt.

Alle Eigenschaften, welche man für einen Aufhängefaden nur wünschen kann, besitzt nun nach des Verfassers Angabe der Quarzfaden. In ausserordentlicher Feinheit stellt ihn Verfasser her, indem er zwei Quarzstücke, deren eines am Pfeil einer Armbrust befestigt ist, mit ihren Enden in eine Knallgasflamme hält und, wenn sie zusammengeschmolzen sind, durch Abdrücken der Armbrust sie rasch aus einander reisst. Verfasser benutzte bei seinen Experimenten einen Faden von 0,005 *mm* Dicke; wie Verf. angiebt, können die Enden solcher Fäden eine Feinheit von 2 bis 3 hundertel *Mikron* erreichen. Es würden sich daher solche Fäden besser als Testobjekte zur Prüfung von Mikroskopen eignen wie etwa die sonst viel dazu verwandten Diatomeen, über deren wirkliches Aussehen uns nichts bekannt ist, so dass wir auch nicht wissen können, ob das im Mikroskop gesehene Bild der Wahrheit entspricht. Um von der geringen Dicke einen Begriff zu geben, bemerkt



Verfasser, ein Quarzwürfel von etwa 25 *mm* Seitenlänge würde, bis zu jenem Grad der Feinheit ausgezogen, genügen, um die Erde 658 Mal zu umspannen.

Eine Folge der grossen Feinheit ist die geringe Torsionskraft des Quarzfadens und hieraus ergiebt sich wieder die Möglichkeit, den Faden des Apparates viel kürzer zu machen, als wenn Fäden aus anderem Material benutzt würden, so dass der ganze Apparat geringere Dimensionen erhält. Die Gleichförmigkeit des Quarzfadens hinsichtlich seines Durchmessers glaubt Verfasser aus der Regelmässigkeit der hellen und dunklen Banden, welche sein Spektrum aufweist, schliessen zu können; eine Erklärung dieser offenbar auf Interferenz beruhenden Erscheinung giebt Verfasser jedoch nicht.

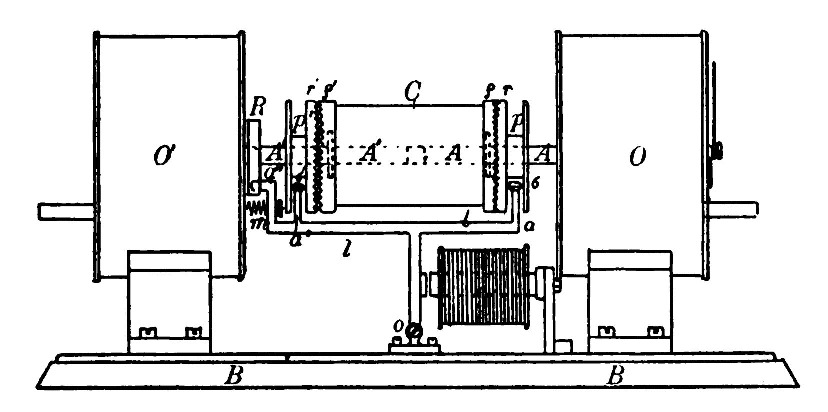
Eine der Verwendbarkeit des Quarzes zu Aufhängefäden sehr zu Statten kommende Eigenschaft desselben ist ferner seine Zähigkeit. Wenn sich nämlich beim Ausziehen des Fadens die Umhüllung desselben in flüssigem Zustande befände, so würde, da ein flüssiger Zylinder, wie Plateau gezeigt hat, keine Gleichgewichtsfigur ist, also nicht dauernd existiren kann, der Faden nicht zylindrisch bleiben, sondern es würden sich längs desselben lauter Tropfen und zwar grosse mit kleinen regelmässig abwechselnd bilden. Diese Erscheinung, welche die Güte des Aufhängefadens natürlich sehr beeinträchtigen würde, tritt beim Quarz nicht auf. Eine andere, dem Physiker gewiss oft erwünschte Eigenschaft des Quarzes ist seine Isolirfähigkeit, welche er selbst dann noch behält, wenn man ihn etwas ins Wasser getaucht hat. Auch hinsichtlich der Elastizität und der Tragkraft entspricht der Quarzfaden durchaus den Anforderungen. Verfasser beabsichtigt, mit Benutzung eines Aufhängefadens aus Quarz eine neue Bestimmung der mittleren Erddichte mit Hilfe der Drehwaage vorzunehmen. Cavendish, welcher zuerst diese Methode anwandte, hatte an dem Waagebalken, welcher etwa 2 *m* maass, Kugeln von 1,75 *Pfund* und als ablenkende Massen Bleikugeln von mehreren Zentnern Gewicht, welche die Kugeln am Waagebalken einmal nach dieser und einmal nach jener Seite anziehen sollten. Verfasser will statt der Bleimassen 1,75 pfündige Kugeln nehmen; ferner statt der 1,75 pfündigen Kugeln, welche Cavendish anwandte, solche von 1,3 *g* und statt des 2 *m* langen Waagebalkens einen, der seine Schwingungen innerhalb eines etwa 2 *cm* im Durchmesser haltenden Rohres ausführt. Während Cavendish ferner seinen Apparat, um ihn vor Temperaturveränderungen während der Experimente zu schützen, in einem Keller aufstellte, hat Verfasser seinen Apparat in der Nische einer Wand stehen. Die Kraft, die es zu messen gilt, nämlich die Anziehungskraft der 1,75 pfündigen Gewichte auf die Gewichte am Waagebalken, beträgt weniger als 0,0000087 *mg*; mit dem Apparat kann aber, wie Verfasser angiebt, selbst eine 2000 mal geringere Kraft noch nachgewiesen werden. *Kn.*

Registrirapparat für Seismographen mit zweifacher Geschwindigkeit.

Von G. Agamemnone. *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei. Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.* **5.** *I. Semester. Fasc. 11.*

Auf einer gemeinschaftlichen Basis BB (vgl. Fig a. f. S.) werden zwei Federuhren O und O' aufgestellt; von diesen bleibt die Uhr O immer in Gang und ihre Axe AA vollführt eine Umdrehung in einer Stunde; die andere Uhr O' ist immer aufgezogen, sie wird jedoch erst beim Beginn eines Erdstosses in Bewegung gesetzt und bleibt nach einer Minute wieder stehen, während welcher Zeit die Axe $A'A'$ eine Umdrehung vollführt. Die beiden Uhren müssen auf der gemeinschaftlichen Basis BB derart aufgestellt sein, dass ihre im Durchmesser gleiche Axen auf genau gleicher Höhe zu stehen kommen, ohne sich jedoch gegenseitig zu berühren. Der die Zahnräder ρ und ρ' tragende Cylinder C ist um die Axen A und A' drehbar und wird an einer seitlichen Verschiebung durch Ringe verhindert, welche an den genannten Axen angebracht sind. Diesen gegenüber befinden sich zwei gleich grosse, von den auf den Axen A und A' aufgesteckten Rollen p und p' getragene Zahnräder r und r', die sich längs dieser Axen seitlich bewegen können, an der Rotation derselben aber durch Stifte theilzunehmen gezwungen sind, welche in Nuten der Rollen p und p' eingreifen.

Es ist also klar, dass der Zylinder C die Bewegung der Axe A oder jene der Axe A' annimmt, je nachdem das Rad r oder jenes r' in das gegenüberliegende Zahnrad eingreift; selbstverständlich muss die Rotationsrichtung beider Axen die nämliche sein. Unter gewöhnlichen Umständen greift das Rad r in jenes ρ ein, und der Zylinder folgt der Bewegung der Axe A. Im Augenblicke eines Erdstosses muss für eine rasche Lösung von r und ρ und für ein gleich schnelles Eingreifen von r' in ρ' gesorgt werden. Dazu dient



der um die Axe o schwingende Hebel ll. Letzterer ist mit drei Armen a, a', a'' versehen, von denen a und a' in Einschnitte der Rollen p und p' eingreifen und mit den Rädchen σ und σ' endigen, die eine rollende Reibung mit den Rollen vermitteln sollen. Ist der Zylinder C mit der Uhr O in Verbindung, so wird der Hebel ll von der Feder m nach links gedrückt und während der Arm a das Rad r gegen ρ andrückt, hält der Arm a' das Rad r' von jenem ρ' frei; ausserdem greift in dieser Stellung der Arm a'' in ein rechteckiges Loch des Rades R ein, und verhindert letzteres sowie die Axe A' zu rotiren.

Wird nun durch einen Erdstoss der Elektromagnet E in Thätigkeit gesetzt, so zieht dieser den Hebel ll nach rechts, der Arm a'' springt aus dem Einschnitt des Rades R heraus und lässt dieses mit der Axe A' frei. In demselben Augenblick löst sich das Rad r von ρ los, wogegen r' in ρ' eingreift, so dass der Zylinder C die 60mal raschere Bewegung von A' annimmt; nach Vollendung derselben springt der Arm a'' wieder in seinen Einschnitt und arretirt das Rad R; zugleich aber wird der Hebel ll durch die Kraft der Feder m wieder nach links geschoben und der Zylinder nimmt abermals den normalen Gang der Axe A an. Dann ist der Apparat wieder für den nächsten Erdstoss in Bereitschaft. Der Elektromagnet wird durch einen beliebigen seismographischen Apparat in Bewegung gesetzt.

Der Zweck dieses Apparates ist, wie man sieht, die bei den übrigen seismischen Instrumenten nach jedem Erdstoss nöthige Neuaufstellung zu vermeiden und die Aufzeichnungen des Registrirstiftes während des Phänomens in möglichst grossem Maassstabe verzeichnet zu erhalten. Die Frage, wie die automatische Registrirung der Zeit am besten zu erreichen wäre, will der Erfinder gar nicht berühren, da es sich um ein mit den bereits bekannten chronographischen Methoden innigst verbundenes Problem handeln würde. *E. Gelcich.*

Registrirendes Ampèremeter für Zentralstationen.

Von Richard. *The Electrician.* ***23.*** *S. 652. November 1889.*

Das Ampèremeter besteht aus einem horizontal liegenden Hufeisenelektromagneten, dessen Schenkelwickelung von dem zu messenden Strom durchflossen wird und dessen Anker eine lemniskatenförmige, mit einem langen Zeiger versehene Eisenplatte, um eine zur Längsaxe der Magnetschenkel parallele Axe dicht vor den Magnetpolen drehbar angeordnet ist. Der Zeiger ist mit einem Schreibstift versehen, der auf dem Mantel einer vertikal stehenden, durch Uhrwerk bewegten Registrirtrommel aufliegt. Die zu registrirenden Stromschwankungen erzeugen Intensitätsänderungen des magnetischen Feldes und damit eine Drehung

des Ankers um seine Axe; diese Bewegung wird durch den Schreibstift auf der Registrirtrommel als Kurve fixirt. — Nach demselben Prinzip sind die registrirenden Voltmeter konstruirt. *B.*

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Generalversammlung vom 7. Januar 1890. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Der Schriftführer verliest zunächst einen kurzen Bericht über die im vergangenen Jahre stattgefundenen 15 Sitzungen, sowie über die Bewegung der Mitgliederzahl. Die Gesellschaft zählt zur Zeit 136 Berliner, 72 auswärtige, im Ganzen 208 Mitglieder. Die deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik hat im vergangenen Geschäftsjahre ihren Wirkungskreis wesentlich erweitert. In dem auf ihre Veranlassung zusammengetretenen deutschen Mechanikertage ist eine Einrichtung geschaffen, welche ein gemeinsames Zusammenarbeiten aller deutschen Mechaniker und Optiker in höherem Grade ermöglicht, als es bei der bisherigen Organisation der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik möglich war. Die Aufgaben, mit welchen sich der erste deutsche Mechanikertag in Heidelberg beschäftigte, bieten bereits ein reiches Feld für gemeinsame Thätigkeit und es ist zu hoffen, dass die Mechanikertage der deutschen Präzisionstechnik zur wirksamen Förderung dienen werden.

Der Kassirer, Herr Himmler, bringt sodann den nachfolgenden Kassenbericht für das Jahr 1889 zum Vortrag:

Einnahmen.		Ausgaben.	
Saldo-Vortrag von 1888 . .	*M.* 164,34	An Herrn Julius Springer für bezogene Zeitschriften . .	*M.* 1398,00
Mitgliederbeiträge und Eintrittsgelder	„ 2514,00	Laufende Verwaltungskosten laut Rechnungsbelegen . .	„ 1021,43
Abonnements der Zeitschrift .	„ 522,00		
Diverse kleinere Einnahmen .	„ 16,00	Saldo pro 1890	„ 796,91
	M. 3216,34		*M.* 3216,34

Herr Grimm stellt im Namen der Revisions-Kommission den Antrag, der Kassenverwaltung Entlastung zu ertheilen. Die Versammlung genehmigt diesen Antrag einstimmig.

Es kommt sodann der folgende Antrag des Herrn Direktor Dr. Loewenherz auf Aenderung der §§ 9 und 10, Absatz 2 der Statuten zur Berathung:

Die Generalversammlung wolle beschliessen, den §§ 9 und 10, Absatz 2 der Statuten die folgende Fassung zu geben:

§ 9. Der Vorstand besteht aus 17 (statt bisher 11) Mitgliedern und zwar: einem Vorsitzenden . . . . . . 10 (statt 4) Beisitzern.

§ 10, Absatz 2. Von den Vorstandsmitgliedern können 6 Beisitzer ihren Wohnsitz ausserhalb Berlins haben, die übrigen müssen in Berlin wohnen.

Der Antrag, welcher den auswärtigen Mitgliedern eine lebendigere Theilnahme an den Arbeiten der Gesellschaft ermöglichen will, wird nach kurzer Debatte einstimmig angenommen.

Hierauf wird zur Neuwahl des Vorstandes geschritten. Den Vorsitz übernimmt Namens der Wahlvorbereitungs-Kommission: Herr Grimm.

Es werden gewählt:

1. Vorsitzender:	Herr	H. Haensch (Berlin S., Stallschreiberstr. 4.)
2. „	„	Direktor Dr. Loewenherz
3. „	„	P. Stückrath
1. Schriftführer:	„	L. Blankenburg
2. „	„	A. Baumann
Schatzmeister	„	G. Polack (Berlin SW., Planufer 10)
Archivar	„	E. Goette (Berlin W., Markgrafenstr. 34)

Hiesige	Beisitzer:	Herr	Dr. H. Rohrbeck
„	„	„	W. Handke
„	„	„	Dr. O. Lummer
„	„	„	Sickert
Auswärtige	„	„	Prof. Dr. E. Abbe-Jena
„	„	„	Dr. H. Krüss-Hamburg
„	„	„	Dr. A. Steinheil-München
„	„	„	E. Hartmann-Bockenheim-Frankfurt a. M.
„	„	„	R. Jung-Heidelberg
„	„	„	L. Tesdorpf-Stuttgart.

Der neugewählte Vorstand übernimmt den Vorsitz. Der Vorsitzende Herr H. Haensch erinnert kurz an die Aufgaben, welche die Gesellschaft zur Zeit beschäftigen und fährt dann mit den Berathungen fort.

Von dem Vater eines Lehrlings ist in einer Streitsache der Spruch des Schiedsgerichts angerufen worden. Der zweite Schriftführer Herr A. Baumann wird seitens des Vorsitzenden beauftragt, das Schiedsgericht zusammenzuberufen.

Herr Handke theilt kurz mit, dass in Jena am 28. und 29. Dezember v. J. eine Sitzung der in Heidelberg aus Vertretern der selbständigen Mechaniker und der Gehilfen gewählten Kommission stattgefunden habe, welche einen befriedigenden Verlauf genommen habe. Der vorgerückten Stunde wegen wird ein eingehender Bericht auf die nächste Sitzung verschoben.

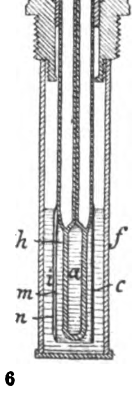
Es sei endlich noch daran erinnert, dass Mittheilungen und Anfragen in allgemeinen Angelegenheiten an den ersten Vorsitzenden, in Kassensachen an den Schatzmeister, in Sachen der Bibliothek und des Bezuges der Zeitschrift an den Archivar zu richten sind. Ferner mögen die Bestimmungen des § 8 der Statuten in Erinnerung gebracht werden. Danach zahlen die Berliner Mitglieder 18, die auswärtigen 10 Mark Jahresbeitrag einschliesslich des Bezuges der Zeitschrift für Instrumentenkunde; diejenigen (Berliner und auswärtigen) Mitglieder, welche auf den Bezug der Zeitschrift verzichten, zahlen 10 Mark Jahresbeitrag.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Thermometer mit Schutzhülse zum Verhüten des plötzlichen Abkühlens. Von L. Rissland in Halle a. S. No. 47308 vom 4. September 1888.



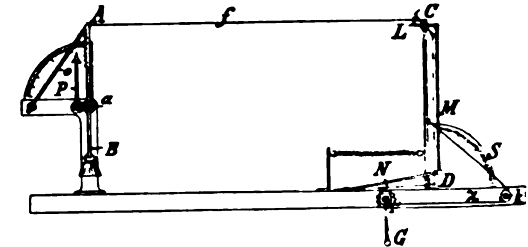
Die Quecksilberkugel *a* ist mit einer auseinander federnden Kupferhülse *c* umgeben. Der Raum zwischen der Kugel und der Hülse, sowie derjenige zwischen der Hülse und dem Eisenrohre *f* ist mit Quecksilber gefüllt. Wird nun das Gefäss, in welchem der Apparat sich befindet, abgekühlt, z. B. mit kaltem Wasser ausgespült, so kühlt sich die Hülse *f* plötzlich ab. In Folge des eintretenden gleichmässigen Druckes auf die über einander liegenden Wandungen *m*, *n* der Hülse *c* wird der Schlitz zwischen letzteren geschlossen, und die Verbindung des Quecksilbers in dem Raum *a* mit demjenigen in *i* soll dadurch aufgehoben werden. Die Einwirkung der Temperatur kann dann nur durch Vermittlung der Hülse *c* auf das Quecksilber im Gefäss *a* stattfinden. Da aber die Wärmeleitungsfähigkeit der Hülse *c* geringer ist als diejenige des Quecksilbers in *i*, so soll eine allmälige Abkühlung des Quecksilbers in den Räumen *h* und in der Kugel *a* stattfinden. Hierdurch sollen plötzlich eintretende Spannungen in der Glaskugel *a* und in Folge dessen ein Springen derselben vermieden werden.

Aerztliches Thermometer. Von Gebr. Bandekow in Berlin. No. 47289 vom 4. November 1888.

Zum Anzeigen des Maximalstandes wird die Quecksilbersäule bei diesem Thermometer dadurch stehend erhalten, dass das Hauptrohr zwischen *a* und *c* in zwei so feine Kapillaren getheilt wird, dass die Adhäsion des Glases die Schwere der lastenden Quecksilbersäule überwindet. Um die Empfindlichkeit des Thermometers zu erhöhen, ist das Quecksilbergefäss *g* mit einem gekrümmten Luftkanal *h* ausgestattet.

Fadenprüfer. Von J. A. Pierrel und Ch. U. Piat in Presles St. Maurice a. d. Mosel. No. 46932 vom 4. November 1888.

Der zu prüfende Faden *f* wird an den Enden der beiden, einerseits bei *a*, andrerseits bei *D* drehbaren Hebel *A* und *C* befestigt und durch Drehung der Kurbel *G* angespannt, indem hierbei mittels der Schnurleitung *kz* der Hebel *C* und durch diesen und den Faden selbst der Hebel *A* gedreht wird, so dass das an letzterem aufgehängte Gewicht *B* seine Wirkung auf den Faden äussert. Beim Zerreissen des Fadens hindert die Klinke *o*, welche in die Sperrzähne von *A* eingreift, den Rückgang des Hebels *A* und die Theile *LMN* hindern in der aus der Figur ersichtlichen Weise die Weiterdrehung der Kurbel *G*. Es bewegen sich nämlich die zuletzt genannten Theile, da *L* nicht mehr wie früher vom Faden gehalten wird, in die punktirte Lage. Aus der Stellung des Zeigers *P* kann die jeweils aufgewendete Kraft bestimmt werden, während die Dehnung an der passend eingerichteten Skale *S* durch den als Zeiger dienenden Hebel *C* angegeben wird.

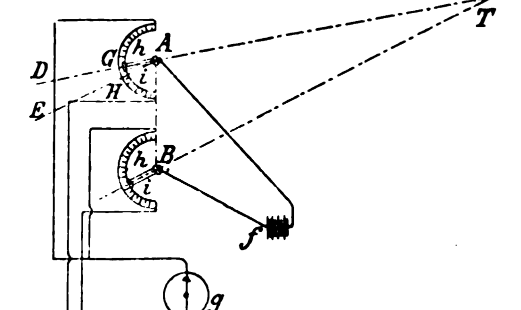


Selbthätige Schaltvorrichtung zum Aufziehen der Gewichte bei Uhren und Laufwerken. Von C. A. Mayrhofer in Berlin. No. 47731 vom 12. August 1888.

Die Betriebskraft zum Aufziehen liefert der Wassermotor *Q*, dessen Speisehahn *P* zur geeigneten Zeit selbthätig geöffnet und geschlossen wird. Das Uhrgewicht *M*, an den Rollen *h* anstossend, bewegt die Hebel *k*, von denen der untere die Stifte *i* eines Kipphebels *p* mitnimmt, der mit dem Ueberfallgewicht *q* versehen ist und mittels jener auch nach hinten vorragenden Stifte *i* den Hahn *P* entsprechend stellt.

Auf Widerstandsmessung beruhender elektrischer Entfernungsmesser. Von B. A. Fiske in New-York. No. 47747 vom 25. Dezember 1888.

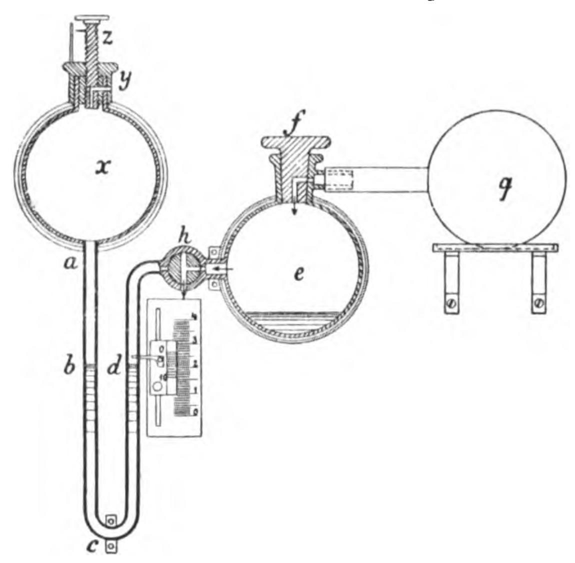
Die Messung der Entfernung geschieht mit Hilfe der Wheatstone'schen Brücke, in welche die bogenförmigen Widerstände *h* eingeschaltet sind, die mit den Visirvorrichtungen *i* und durch diese mit der Batterie *f* in leitender Verbindung stehen. Werden die an den Endpunkten *A* und *B* einer Basis von bekannter Länge drehbaren Fernrohre *i* gleichzeitig auf den Punkt *T* gerichtet, dessen Abstand bestimmt werden soll, so fliesst durch die eigentliche Brücke Strom, und das Galvanometer *g* wird abgelenkt. Die Widerstände in den einzelnen Zweigen sind nämlich so gewählt, dass nur bei parallel gerichteten Fernrohren keine Ablenkung des Galvanometers erfolgt. Bei der Messung wird nun, nachdem beide Fernrohre auf *T* eingestellt worden sind, das eine oder andere derselben in entsprechender Richtung so weit gedreht, bis das Galvanometer keinen Ausschlag mehr zeigt und mit Hilfe der Gradtheilung die hierzu nöthige Winkelbewegung (Winkel *GAH*) gemessen, aus welcher dann, wie



die Figur leicht erkennen lässt, die Entfernung bestimmt werden kann. Der vorliegende Entfernungsmesser, von welchem die Patentschrift vielerlei Ausführungsformen giebt, soll hauptsächlich für Kriegszwecke dienen.

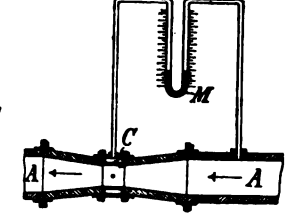
Feuchtigkeitsmesser. Von W. H. Behse in Dortmund. No. 47282 vom 25. August 1888.

Der Apparat besteht aus der kommunizirenden Röhre *abcdh*, welche zwischen *b* und *d* mit Quecksilber gefüllt ist. Der eine Schenkel *abc* steht durch die Glaskugel *x*, den durchbohrten Stöpsel *y* und die rechtwinklig durchbohrte Schraube *z* mit der äusseren Luft in Verbindung; der andere *cdh* kann mittels des Dreiweghahnes *h* mit der Glaskugel *e*, die etwas konzentrirte Schwefelsäure enthält, in Verbindung gesetzt werden. Man bringt nun die in dem Schenkel *dh* befindliche Luft mit der äusseren Luft in Berührung, damit sie den Feuchtigkeitsgehalt der letzteren annimmt und stellt durch den Hahn *f* die Verbindung zwischen der Glaskugel *e* mit dem Gummiball *q* her, damit die trockene Luft durch mehrmaliges Zusammendrücken des letzteren bei entsprechender Stellung des Hahnes *h* entweichen kann. Alsdann sind die beiden Hähne *f* und *h* sofort um 90° zu drehen, wodurch die Verbindung der in dem kurzen Schenkelstück *dh* befindlichen Luft mit der Kugel *e* hergestellt wird. Nach einiger Zeit ist die Luft in der Glaskugel *e* und dem Schenkelstück *dh* vollkommen trocken, und das Quecksilber bei *d* gestiegen. Das Maass dieses Steigens wird an einer Skale abgelesen und dann die relative Feuchtigkeit aus der dem Apparat beigefügten Tabelle entnommen.



Apparat zur Bestimmung der sekundlich durch eine Röhre fliessenden Wassermenge. Von C. Herschel in Holyoke, Massachusetts, V. St. A. No. 47750 vom 17. April 1888.

Die Wassermenge wird ermittelt aus dem (in der Figur durch das Manometer *M* bestimmten) Unterschiede der Drucke an einer unverengten Stelle des Rohres *A* und an einer Einschnürung desselben. An letzterer ist das mit einer Ringkammer versehene Rohrstück *C* eingeschaltet, dessen Kammer mit dem Manometer und durch kleine Löcher in der inneren Wand mit dem Hohlraum des Rohres *A* in Verbindung steht. Die Patentschrift enthält mehrere Ausführungsformen dieser Vorrichtung.



Diffusions-Element. Von K. N. Kusmin in St. Petersburg. Nr. 48867 vom 1. August 1888.

Die in einer Lösung von chromsaurem Kali oder Natron befindliche negative Elektrode ist vertikal über der in einer Lösung von Schwefelsäure (alkalischen Lauge, Salzlösung) befindlichen positiven Elektrode angeordnet. Die beiden Flüssigkeiten sind nicht durch Diaphragma von einander getrennt, sondern können frei in einander diffundiren. Die Durchdringung der Flüssigkeit wird dadurch beschleunigt, dass die Erregungsflüssigkeit an der positiven Elektrode angeordnet ist. Um ein Einfüllen der oben lagernden Flüssigkeit zu ermöglichen, ohne dass eine vorzeitige Vermischung beider Flüssigkeiten stattfindet, ist ein Rohr bis zur Mitte des Gefässes von oben herabgeführt, daselbst horizontal abgebogen und am Ende schräg abgeschnitten, so dass seine Austrittsöffnung halb nach oben gerichtet ist.

Galvanisches Trockenelement. Von E. Bender in Brüssel, Belgien. Nr. 48695 vom 9. Dez. 1888.

Um ein Austrocknen der Erregungsmasse zu vermeiden, wird dieselbe aus einem Gemisch von Chlorammonium mit Kreide und Chlorcalcium hergestellt. Die hohle Elektrode aus Retortenkohle wird mit einem Kern aus Holzkohle zum Auffangen des sich bildenden Ammoniakgases und zur Vermeidung der Polarisation versehen.

Drehbanksupport. Von G. Greifelt in Magdeburg. Nr. 48436 vom 27. November 1888.

Der Drehstahl kann mittels dieses Supports beim Gewindeschneiden und Drehen auf einem besonderen Schlitten durch einen Exzenterhebel vor- und zurückbewegt werden. Die Supportspindel bleibt hierbei unberührt und braucht nur so viel gedreht zu werden, als die neue Spahnstärke es erfordert, während die Regulirung des Schlittens durch eine Sperrvorrichtung und Anschlagschrauben hervorgebracht wird.

Neuerungen an primären wie sekundären transportablen galvanischen Trockenelementen. Von W. Hellesen in Kopenhagen. No. 48448 vom 2. November 1888.

Damit der feuchte Elektrolyt, welcher durch die im Elemente sich bildenden Gase mit fortgerissen wird, weder die Isolation noch die Metallkontakte beschädige, werden zwei in einander gestellte verschlossene Behälter benutzt, welche mit einigen kleinen (mit porösem Stoff ausgefüllten) Luftlöchern versehen sind, so dass z. B. das oben aus dem inneren Behälter entweichende Gas durch den mit einer hygroskopischen Masse gefüllten Raum zwischen beiden Behältern hindurchströmen muss, worauf es aus den im äusseren Gefässe unten angebrachten kleinen Luftlöchern vollkommen trocken entweicht.

Herstellung von Aluminiumlegirungen durch galvanischen Niederschlag. Von R. Falk und A. Schaag in Berlin. Nr. 48078 vom 22. August 1888.

Zur Herstellung eines galvanischen Niederschlags von Aluminiumlegirungen dient ein konzentrirtes Bad einer Aluminiumsalzlösung, welches organische, nicht flüchtige Säuren (Weinsäure, Citronensäure) enthält und welchem Kupfer, Gold, Silber, Zinn, Zink u. s. w. entweder mit Hilfe des elektrischen Stromes oder direkt als Cyanverbindung einverleibt sind. Durch den Zusatz eines Alkalinitrates oder Phosphates wird das Bad leitungsfähiger gemacht. Zur Erzielung und Erhaltung des gewünschten Farbentones des Niederschlages wird die Einwirkung der aus dem betr. Aluminiumlegirungsmetall bestehenden Anode dadurch geregelt, dass man dieselbe durch eine poröse Scheidewand von dem Bade trennt.

Erregerflüssigkeit für Zink-Silber-Elemente. Von E. Liebert in Berlin. Nr. 48498 vom 27. Juni 1888.

Die Erregerflüssigkeit besteht aus einem Gemisch von 100 Gewichtstheilen reinem Wasser, 12 bis 20 Theilen schwefelsaurem Zink, 2 bis 10 Theilen Schwefelsäure und 1 bis 6 Theilen Quecksilber-Chlorid oder Chlorür. Dieselbe greift bei offenem Stromkreis weder das Zink, noch das auf eine aus Blattsilber bestehende Elektrode aufgetragene Chlorsilber an.

Für die Werkstatt.

Elektrische Fräse- und Bohrvorrichtung. *Elektrotechn. Anz. 1889.* **53.** *S. 955.*

Die von W. E. Irish in Cleveland konstruirte Vorrichtung besteht aus einem kleinen Elektromotor, welcher die Arbeitsspindel in rotirende Bewegung setzt. Zum Fräsen weicher Materialien, wie Holz, sowie für Gravirungen ist dieselbe an einem Bügel federnd über dem zu bearbeitenden Stücke aufgehängt, so dass der Arbeiter, mittels einer die Arbeitsspindel umschliessenden Hülse das Werkzeug führend, in völlig ruhiger Körperhaltung den Verlauf der Arbeit sicher leiten kann. Für schwerere Arbeiten ist der Motor in eine den üblichen Bohrmaschinen gleiche Vorrichtung eingeschaltet. Letztere Anordnung ist fast die gleiche wie die in *dieser Zeitschr. 1887. S. 365* erwähnte elektrische Schnellbohrmaschine von Görisch. Neu ist die Anordnung einer die Bewegung des Motors regulirenden Einrichtung, welche durch Fusstritt die Ein- und Ausschaltung von Widerständen bewirkt. Einer Regulirvorrichtung für die Geschwindigkeit entbehrte die Schnellbohrmaschine von Görisch gänzlich und erwies sich aus diesem Grunde als wenig brauchbar. Es dürfte sich übrigens unschwer eine Anordnung treffen lassen, durch welche hier — etwa wie beim neuen Triebwerk des Phonographen — die Regulirung der Bewegung auf eine gewisse, womöglich einstellbare Geschwindigkeit automatisch bewirkt wird. Dadurch erst würde eine solche Vorrichtung, welche übrigens ökonomisch nur für ganz leichte Arbeiten oder bei Anschluss an eine elektrische Zentralstation betrieben werden könnte, gewisse sehr schätzbare Vorzüge vor dem Hand- und Fussbetriebe erlangen. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.





Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

X. Jahrgang. **März 1890.** Drittes Heft.

Ueber die Normalstimmgabeln der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und die absolute Zählung ihrer Schwingungen.

(Mitgetheilt nach einem Berichte des Herrn Dr. Leman.)

Erster Theil. Vorbemerkungen.

I. Natur der Aufgabe und Methoden für ihre Lösung.

Die absolute Bestimmung der Schwingungszahl einer Stimmgabel begegnet, sofern es sich nicht nur um eine angenäherte Ermittlung, sondern um Erreichung einer möglichst weitgehenden Genauigkeit handelt, einer eigenartigen Schwierigkeit. Es ist unthunlich, die zu prüfende Gabel selbst auf irgend eine Weise mit einer Zählvorrichtung in unmittelbare Verbindung zu setzen, weil letztere nie ohne Einfluss auf die Schwingungsbewegung bleiben würde. Die Lösung der Aufgabe kann daher nur auf indirektem Wege erlangt werden, etwa in der Weise, dass man zunächst nur die zeitweilige Schwingungszahl einer Hilfsstimmgabel bestimmt, welche mit dem Zählmechanismus in Verbindung steht, gleichzeitig aber auch das Verhältniss dieser nur während der Dauer des Versuchs giltigen Schwingungszahl und derjenigen der eigentlich zu prüfenden Gabel ermittelt und aus beiden beobachteten Grössen die gesuchte ableitet.

Von diesen beiden Operationen lässt die erstere verschiedenartige Umformungen zu, indem an die Stelle der Hilfsstimmgabel auch eine schwingende Feder oder ein in gleichmässiger Drehbewegung befindliches gezahntes Rad, bezw. eine stroboskopische oder Sirenenvorrichtung treten kann, wobei in letzterem Falle die Anzahl der Zähne, Schlitze u. s. w., welche in der Sekunde eine feste Marke passiren, für die Schwingungszahl der Hilfsstimmgabel eintritt.

Von der Wahl eines dieser Hilfsmittel hängt dann meist, wenn auch nicht immer, die Art ab, in welcher die zweite Operation zu bewerkstelligen ist, welche, da eine genäherte Kenntniss des zu bestimmenden Verhältnisses der beiden Schwingungszahlen stets vorausgesetzt werden kann, unter allen Umständen auf eine Differenzbestimmung hinausläuft. Im Allgemeinen bieten sich hier drei verschiedene Wege dar, ein akustischer und zwei optische. Der erstere beruht auf der Zählung der Schwebungen, welche jedesmal auftreten, wenn die Schwingungszahlen zweier Tonquellen einem einfachen Verhältniss nahe kommen; er ist indess praktisch noch an zwei einschränkende Nebenbedingungen gebunden. Um nämlich solche Schwebungen nicht nur vernehmen, sondern auch längere Zeit hindurch sicher zählen zu können, müssen dieselben einen genügend ausgesprochenen Charakter annehmen, ausserdem aber darf das Tempo, in dem sie aufeinander folgen, weder zu rasch noch zu langsam sein. Beiden Erfordernissen lässt sich gleichzeitig nur bei den allereinfachsten Verhältnissen der Schwingungszahlen (1 : 1 oder 2 : 1) Genüge leisten

und auch nur dann, wenn die Annäherung an eines dieser beiden reinen Grundverhältnisse über gewisse, ziemlich enge Grenzen nicht hinausgeht. Von den beiden optischen Mitteln ist das eine dem eben skizzirten analog und besteht in der Beobachtung der Lissajous'schen Figuren, welche unter denselben Umständen einfache, periodischen Aenderungen unterworfene Formen annehmen (optische Schwebungen). Bei dieser Beobachtungsweise fehlen die einschränkenden Nebenbedingungen zwar auch nicht, lassen aber in doppeltem Sinne ein weit grösseres Feld offen, indem noch ziemlich zusammengesetzte Grundverhältnisse für die Beobachtung geeignete Figuren ergeben und mit dem Tempo nach der langsameren Seite hin bedeutend weiter gegangen werden kann. Beide Beobachtungsverfahren sind ihrer Natur nach nur auf zwei schwingende Körper anwendbar, während das zweite der optischen Mittel ausserdem auch noch die direkte Vergleichung eines schwingenden mit einem gleichmässig rotirenden Körper gestattet. Dasselbe besteht in der stroboskopischen Beobachtungsweise und stimmt im Prinzip mit der bekannten Koinzidenzmethode bei Pendelbeobachtungen überein. Es wird die scheinbare Bewegung einer Marke verfolgt, welche an den Schwingungen des einen Körpers theilnimmt und dabei einer durch den zweiten Körper intermittirend gemachten Beleuchtung ausgesetzt ist.

Auf der Mannigfaltigkeit der zu Gebote stehenden Hilfsmittel einerseits, ihrer Verbindung und den damit in mehr oder minder innigem Zusammenhange stehenden Verfahrungsarten der Zählung andererseits beruht die verhältnissmässig grosse Anzahl der für diesen Zweck in Vorschlag und Anwendung gebrachten Methoden, von denen die hauptsächlichsten hier kurz charakterisirt werden mögen.

A. Anwendung schwingender Körper.

1. Graphische Methode. Die Hilfsstimmgabel trägt an einer ihrer Zinken einen feinen Stift, welcher eine senkrecht zur Schwingungsrichtung bewegte Fläche möglichst sanft berührt und auf derselben die Schwingungen in Form einer Sinuslinie aufzeichnet. Ein zweiter Schreibstift steht mit dem Sekundenpendel in Verbindung und markirt neben jener Kurve Anfangs- und Endpunkt der einer bestimmten Anzahl von Sekunden entsprechenden Strecken. Die Anzahl der Schwingungen zwischen beiden Marken wird dann direkt abgezählt. In dieser Form ist die Methode bei dem sogenannten Scott'schen Phonautographen in Anwendung; Herr Reichel (*diese Zeitschr. 1883. S. 47*) vermeidet den zweiten Schreibstift dadurch, dass er die schreibende Gabel um eine Axe beweglich macht und beim Beginn jeder Sekunde auf einen Moment von der Schreibfläche abhebt, wodurch eine kurze Unterbrechung in der Wellenschrift entsteht, die beim Auszählen der Schwingungen durch Schätzung überbrückt werden kann. Die Methode hat keine theoretischen Bedenken gegen sich, doch ist das Abzählen der einzelnen Schwingungen eine recht mühsame und zeitraubende Arbeit. Für die Vergleichung der schreibenden Stimmgabel mit der eigentlich zu bestimmenden können sowohl beide optischen als auch das akustische Verfahren benutzt werden.

2. R. König's Stimmgabeluhr. (*Wied. Ann. N. F. 9. S. 394.*) Die Hilfsstimmgabel von sehr niedriger Schwingungszahl (64 ganze Schwingungen in der Sekunde) greift mittels eines, einem Graham'schen Haken ähnlichen Körpers, der an dem Ende einer ihrer Zinken befestigt ist, in das Steigrad eines Uhrwerkes, regulirt auf diese Weise den Gang des letzteren und wird dabei selbst in dauernder Schwingung erhalten. Die Umdrehungen des Steigrades werden am Zeigerwerk



unmittelbar abgelesen. Diese sehr bequeme Methode leidet an dem Umstande, dass derart schnell gehende Echappements, des nothwendig sehr seichten Eingriffes wegen, erfahrungsmässig nur unter der Voraussetzung äusserst sorgfältiger Ausführung sicher funktioniren und selbst dann noch, oft in Folge sehr geringfügiger Abnutzung, dazu neigen, Zähne des Steigrades durchschlüpfen zu lassen. Allerdings wird eine solche Unregelmässigkeit des Uhrwerkes am Springen des Zeigers erkennbar, bleibt jedoch bei dem sehr schnellen Fortschreiten des letzteren leicht unbemerkt, solange die Sprünge nicht mehrere Zähne mit einem Male umfassen. Das Schlimmste ist aber, dass der hierdurch bedingte Fehler gewöhnlich mit einer gewissen Regelmässigkeit periodisch wiederkehrt und daher die Uebereinstimmung der Resultate untereinander nicht beeinträchtigt, sondern eine systematische Unrichtigkeit aller herbeiführt. Der geringen Schwingungszahl der Uhrgabel wegen ist hier der akustische Weg für die Differenzbestimmung ausgeschlossen.

3. V. v. Lang's Methode mittels des Hipp'schen Chronoskopes (*Sitzungsber. d. Wiener Akademie vom 28. März 1886. Wied. Ann. 29. S. 132. Diese Zeitschr. 1886. S. 175*) unterscheidet sich von der vorigen nur dadurch, dass an Stelle der Stimmgabel die Feder des Chronoskopes tritt. Die Befürchtungen wegen des Durchschlüpfens sind hier, des noch schnelleren Ganges des Echappements wegen, auch noch entsprechend grössere. Vielleicht ist hierin der Grund für die am Schlusse der erwähnten Abhandlung mitgetheilte Abweichung der untereinander in guter Uebereinstimmung stehenden Resultate von einem auf anderem Wege erhaltenen zu suchen. Für die Differenzbestimmung sind hier wieder alle drei Mittel verwendbar.

4. Scheibler's Tonometer. Zwei Stimmgabeln werden genau im Verhältniss einer Oktave abgestimmt, eine Aufgabe, die wieder auf eine Differenzbestimmung zurückgeführt und deshalb mit sehr grosser Genauigkeit gelöst werden kann. Hat dann die tiefere von beiden die Schwingungszahl z, so beträgt auch die Differenz zwischen beiden genau z Schwingungen. Nunmehr werden zwischen beide eine so grosse Anzahl anderer Stimmgabeln eingeschaltet, dass sich die Differenz zwischen je zwei benachbarten durch Zählung der Schwebungen ermitteln lässt. Auf diese Weise wird die Zahl z als die Summe aller dieser Differenzwerthe und damit gleichzeitig die absolute Schwingungszahl jeder der eingeschalteten Gabeln, deren eine dann die Hilfsgabel für die Bestimmung der eigentlichen Normalgabel abgiebt, erhalten. Es ist nicht zu verkennen, dass bei dem hier erforderlichen Aufsummiren einer grossen Reihe einzeln beobachteter Werthe auch eine starke Anhäufung von Fehlern zu befürchten ist, besonders deshalb, weil eine vollständige Beobachtungsreihe immer eine sehr lange Zeit in Anspruch nehmen wird, während deren Temperaturveränderungen und damit Aenderungen der Schwingungszahlen der einzelnen Stimmgabeln kaum zu vermeiden sind. Eine erhebliche Verbesserung wird allerdings erzielt, wenn unter Zuhilfenahme optischer Vergleichung statt des Ausgangsintervalles einer ganzen Oktave ein möglichst kleines, z. B. die kleine Terz gewählt wird, aber auch selbst dann noch bleibt, wenn nicht auch noch gleichzeitig eine sehr tiefe Tonlage zu Grunde gelegt wird, die Anzahl der einzuschaltenden Gabeln recht gross.

5. Das Appunn'sche Sonometer beruht auf demselben Prinzipe, besitzt aber statt der Stimmgabeln Zungenpfeifen, deren genaue Abstimmung auf ein bestimmtes Intervall sich auch auf rein akustischem Wege unter Zuhilfenahme der Obertöne bewirken lässt. Hierbei treten aber zu dem vorher erörterten Bedenken noch neue hinzu. Nach den von Herrn von Helmholtz gemachten Erfahrungen beein-



flussen sich zwei solcher Pfeifen stets gegenseitig etwas in ihren Schwingungszahlen, wenn diese einem einfachen Verhältniss nahe kommen, wodurch systematische Fehler erzeugt werden müssen. Ferner aber ist die Schwingungszahl einer Zungenpfeife nicht ganz unabhängig von der Spannung des Windes, mit dem sie angeblasen wird. Sollen daher vergleichbare Zahlen erhalten werden, so muss dafür gesorgt werden, dass diese Spannung immer wenigstens nahezu ein und dieselbe Grösse besitzt. Um diese Bedingung bequem erfüllen zu können, werden sämmtliche Pfeifen gewöhnlich auf dieselbe Windlade gesetzt und mittels einer Tastatur paarweise nacheinander zum Ansprechen gebracht. Dabei tritt aber die gegenseitige Beeinflussung in noch viel stärkerem Grade hervor als bei völliger Unabhängigkeit der einzelnen Pfeifen.

B. Anwendung rotirender Körper.

1. Die Sirenen von Seebeck, Savart und Caignard la Tour. Diese älteste,[1] in jedem Lehrbuch der Physik aufgeführte Methode eignet sich ihrer Einfachheit wegen sehr gut zur näherungsweisen Ermittlung der Schwingungszahlen tönender Körper, ist aber aus praktischen Gründen für eine feine Bestimmung nicht wohl geeignet. Bei den ersteren beiden Apparaten ist es selbst unter Zuhilfenahme recht komplizirter Vorrichtungen äusserst schwierig, die Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe unter dem stets etwas wechselnden Widerstand des von der Lochreihe durchschnittenen Luftstromes, bezw. des auf den Zähnen schleifenden Blättchens derartig zu reguliren, dass ein Ton von genügend konstanter Höhe erzeugt wird, um mit demselben einen zweiten von nahezu gleicher Schwingungszahl durch Schwebungen vergleichen zu können. Dem absoluten Betrage nach sehr kleine Schwankungen der auf diese Weise zu bestimmenden Differenz bewirken nämlich, da es hier auf den Verhältnisswerth ankommt, schon so beträchtliche Aenderungen in dem Tempo, in welchem die Schwebungen aufeinanderfolgen, dass ein sicheres Zählen unmöglich wird. Etwas besser gelingt das Reguliren der Geschwindigkeit allerdings bei der Caignard'schen Sirene, dafür macht aber das Einstimmen auf die erforderliche Tonhöhe wieder grosse Schwierigkeiten, zu denen noch hinzutritt, dass der überlaute Ton eines solchen Instrumentes schon während der Vorbereitungen das Ohr sehr ermüdet und für die sichere Auffassung der Schwebungen untauglich macht.

In neuerer Zeit hat Herr Robert Weber in Neufchatel *(Journ. de Phys., II. 3. S. 535. Diese Zeitschr. 1885. S. 136)* eine Modifikation der Savart'schen Sirene angegeben, wobei das Blättchen nicht unmittelbar den Ton erzeugt, sondern durch Kontaktschluss eine Telephonmembran in Schwingungen versetzt. Dabei sind die Lücken zwischen den Zähnen des Savart'schen Rades mit einer Isolirmasse ausgefüllt, wodurch der Widerstand des schleifenden Blättchens bis auf einen sehr geringen Betrag herabgesetzt wird. Jedenfalls ist hierdurch eine erhebliche Verbesserung erzielt; über die auf diesem Wege erreichbaren Resultate fehlen aber noch weitere Erfahrungen.

2. R. v. Oppolzer's Methode mittels des Villarceau'schen Regulators (*Anz. d. K. Akad. d. Wissensch. zu Wien, 1886 S. 82. Diese Zeitschr. 1886. S. 288*). Eine sehr elegant durchgeführte stroboskopische Methode, gegen welche theoretische Bedenken nicht erhoben werden können. Auf der Axe des Regulators ist ein vielseitiges Prisma

[1] Abgesehen von der Bestimmung durch das Monochord, wobei aber die Schwingungszahl der als Hilfskörper dienenden Saite nicht experimentell ermittelt, sondern theoretisch berechnet wird.



mit spiegelnden Flächen befestigt, welches in entsprechenden Stellungen die von einer Lichtquelle kommenden Strahlen auf die mit einer Strichmarke versehene Zinke der zu prüfenden Stimmgabel wirft, dieselbe daher bei der Rotation intermittirend beleuchtet und zur stroboskopischen Beobachtung in einem Mikroskop geeignet macht. Die Umdrehungen des Prismas werden durch das Uhrwerk, welches den Regulator treibt, gezählt.

3. Das phonische Rad von P. Lacour (*La roue phonique, Kopenhagen, 1878*). In dem Stromkreis, welcher den Elektromagneten eines Stimmgabelunterbrechers enthält, ist noch ein zweiter Elektromagnet eingeschaltet. Dieser steht radial zu einem um seine Axe drehbaren gezahnten Rädchen aus weichem Eisen und zwar mit einem seiner Pole dem Umfange des letzteren möglichst nahe, ohne jedoch zu berühren. Wird das Rädchen in solche Geschwindigkeit versetzt, dass jedesmal im Momente des Stromschlusses ein Zahn dem Magnetpole gegenübersteht, so rotirt es mit gleichförmiger Geschwindigkeit weiter, indem sich ein Gleichgewichtszustand herstellt, bei welchem der durch die äusseren Bewegungshindernisse verursachte Energieverlust fortwährend durch die beschleunigend wirkende magnetische Anziehung ausgeglichen wird. In diesem Bewegungszustande passiren also in der Sekunde vor dem Magnetpole eine Anzahl Zähne vorbei, welche in einfachem Verhältniss zur Schwingungszahl der Unterbrechungsgabel stehen. Die Umgänge des Rades werden an einem Zählwerk abgelesen. Auch diese Methode ist gänzlich einwandfrei; das etwaige Durchschlüpfen eines Zahnes ist, da das Rad keinen äusseren Antrieb erhält, ganz ausgeschlossen, andererseits bleibt auch das zufällig vielleicht einmal eintretende Ausbleiben eines Stromschlusses ohne Einfluss auf den Gang des Rades, so dass also dieses nicht die wirklich erfolgten Stromschlüsse, sondern lediglich die Schwingungen der Unterbrechungsgabel zählt. Für die Differenzbestimmung stehen hier wieder alle drei Wege offen; die stroboskopische Beobachtung kann sogar in doppelter Weise zur Anwendung kommen, einmal indem sogleich die Zähne des Rädchens auf ihrer Aussenfläche eben und spiegelnd gemacht werden und somit die Stelle des Oppolzer'schen Prismas vertreten, das andere Mal unter Befestigung eines Spiegels an einer der Zinken der Unterbrechungsgabel.

4. Lord Rayleigh's Methode (*Phil. Trans. 1883*) basirt auf demselben Gedanken wie die vorige und unterscheidet sich davon eigentlich nur durch die eigenartige, allerdings etwas umständliche Anordnung der Versuche. Während nämlich Herr Lacour die Umdrehungen seines Rades auf ein Räderzählwerk überträgt, wird hier die Umdrehungsgeschwindigkeit desselben auf stroboskopischem Wege ermittelt. Die Axe des in der Konstruktion abweichenden Rades trägt eine Scheibe mit radialen Schlitzen, durch welche hindurch ein am Pendel der Uhr angebrachter glänzender Punkt beobachtet wird. Das Rad selbst bildet jedoch hier kein unumgängliches Erforderniss; da nämlich die Schwingungszahl der Unterbrechungsgabel nur 32 beträgt, so lässt sie sich, worauf a. a. O. aufmerksam gemacht wird, bei passender Aenderung der Anordnung auch unmittelbar mit dem Pendel durch Koinzidenzbeobachtungen vergleichen.

II. Gesichtspunkte für die Auswahl unter den Methoden.

Bei den seitens der Reichsanstalt ausgeführten absoluten Bestimmungen der Schwingungszahl ihrer Normalstimmgabel war die Auswahl unter den obigen verschiedenen Methoden zunächst keine ganz freie. Es handelte sich Anfangs



darum, in kurz bemessener Zeit und deshalb mit den möglichst einfachen und rasch zu beschaffenden Hilfsmitteln ein provisorisches Ergebniss zu erlangen, für das nicht die grösste erreichbare Genauigkeit, sondern nur eine hinreichende Zuverlässigkeit Bedingung war, um danach die unmittelbar dringliche Prüfung der Stimmgabeln der Militairkapellen innerhalb der für gewöhnliche Stimmgabeln festgesetzten Genauigkeitsgrenzen ausführen zu können. Eine weitere Verfeinerung, wie sie für die Prüfung von Präzisionsstimmgabeln erfordert wurde, konnte für später vorbehalten werden.

Die Versuche wurden deshalb mit einer Caignard'schen Sirene begonnen, wobei nach einigem Experimentiren zwar der erste Zweck vollkommen erreicht, nebenher aber die Erfahrungen gesammelt wurden, die oben bereits dargelegt sind und die ein weiteres Fortschreiten auf diesem Wege, wenn auch nicht ganz aussichtslos, doch nicht rathsam genug erscheinen liessen. Da indess von vornherein ein etwas günstigeres Resultat erwartet worden war, so waren auch für die Beobachtungen und deren Auswerthung schon einzelne besondere Vorkehrungen getroffen worden, deren gleichzeitige Erprobung nicht ohne Einfluss auf die weiteren Maassnahmen blieb. So war die Sirene statt des üblichen Räderzählwerkes mit einer Einrichtung versehen worden, durch welche ihre Umdrehungen selbthätig auf einem Registrirapparate aufgezeichnet wurden und ebenso wurde ein analoges Registrirverfahren statt der blossen Zählung der Schwebungen in Anwendung gebracht. Beide Einrichtungen erwiesen sieh als zweckmässig, die letztere aber namentlich insofern als sehr werthvoll, als sie erkennen liess, dass auch auf akustischem Wege für die Differenzbestimmung eine Genauigkeit erhältlich ist, welche den übrigen, das Endergebniss der ganzen absoluten Zählung beeinflussenden Fehlerquellen gegenüber schon als überflüssig gross bezeichnet werden muss, dass also eine weitere Vervollkommnung nach dieser Richtung hin, wie sie vielleicht durch Anwendung eines der beiden optischen Hilfsmittel erreichbar gewesen wäre, nicht erforderlich ist. Durch diesen Umstand wurde aber die Möglichkeit geboten, die eine der übrigen Fehlerquellen, die Abhängigkeit der Schwingungszahl von der Temperatur, in verhältnissmässig engen Grenzen zu halten. Bei der im Vergleich zur Masse recht grossen Oberfläche einer Stimmgabel wird letztere sowohl gegen Schwankungen der Temperatur der umgebenden Luft als auch gegen die Wärmestrahlung von Seiten des Beobachters her ziemlich empfindlich sein und muss deshalb während der Prüfung gegen beide Einflüsse gehörig geschützt werden. Am Besten ist dies dadurch zu erreichen, dass man die Gabel im Inneren einer thermostatischen Vorrichtung schwingen lässt, welche der Vergleichung mittels des Gehöres oder auch des Auges kein Hinderniss entgegensetzt. Dies allein genügt indess noch nicht, vielmehr muss auch die Temperatur der Gabel selbst bis auf kleinere Bruchtheile eines Grades gemessen werden.

Bei den hier in Betracht kommenden Stimmgabeln bewirkt, wie die zur Bestimmung der Grösse dieses Einflusses angestellten Beobachtungen, über welche eine besondere Mittheilung vorbehalten bleibt, ergeben haben, eine Temperaturerhöhung um 1° im Durchschnitt eine Abnahme der Schwingungszahl um 0,045 Einheiten, ein Betrag, welcher schon ausserhalb der, unter Anwendung einer der besseren Methoden, durch eine einzelne absolute Zählung der Schwingungen erreichbaren Genauigkeitsgrenze liegt. Will man daher die aus dieser Quelle fliessende Unsicherheit soweit herabdrücken, dass durch sie die Endergebnisse nicht in unverhältnissmässiger Weise verschlechtert werden, so sieht man sich genöthigt, die

Temperatur der zu prüfenden Stimmgabel bis auf etwa 0,2° genau zu ermitteln. Die Lösung dieser Aufgabe begegnet aber schon recht erheblichen Schwierigkeiten, da eine blosse Temperaturmessung der umgebenden Luft ihrer Natur nach einen sicheren Schluss auf die Temperatur der Gabel selbst nicht wohl zulässt.

Hierbei kommt nunmehr der Umstand sehr zu Statten, dass bei Beschreitung des akustischen Weges für die Differenzbestimmung die Lage, in welcher sich die zu prüfende Gabel befindet, vollkommen gleichgiltig ist und nicht, wie bei einem optischen Verfahren, der übrigen Anordnung entsprechend bereits längere Zeit vor Beginn des Versuches mit einer gewissen Sorgfalt justirt zu werden braucht. Es steht dann nämlich nichts im Wege, die Gabel bis unmittelbar vor dem Anschlagen in einem Bade einer Flüssigkeit von grösserem Wärmeleitungsvermögen, als der Luft eigen ist, zu erhalten, dessen Temperatur, unmittelbar nach dem Herausnehmen der Gabel gemessen, innerhalb der bezeichneten Grenze mit ziemlicher Sicherheit gleich derjenigen der letzteren angesehen werden kann. Natürlich darf die Flüssigkeit des Bades die Gabel nicht benetzen, weil sonst entweder durch die anhaftende Schicht die Schwingungszahl oder beim Abtrocknen gleichzeitig auch wieder die Temperatur der Gabel verändert werden würde. Aus diesem Grunde ist Quecksilber hierfür allein verwendbar, welches nebenher noch den Vortheil bietet, unter allen Flüssigkeiten das stärkste Wärmeleitungsvermögen zu besitzen. Schliesslich ist dann noch Sorge dafür zu tragen, dass der Luftraum, in welchem die Gabel schwingt, wenigstens nahezu dieselbe Temperatur hat als das Bad.

Es liegt auf der Hand, dass ein so bequemes Mittel für die genaue Temperaturbestimmung mit gleicher Leichtigkeit bei keiner der beiden optischen Vergleichsmethoden verwendbar ist, ein Umstand, welcher erheblich genug erschien, unter allen oben angeführten Methoden auch für die präzise Bestimmung nur diejenigen in näheren Betracht kommen zu lassen, welche die Differenzbestimmung auf akustischem Wege gestatten. Nach der früheren kurzen Charakterisirung sind darunter nur zwei vollkommen einwandfreie Methoden, die graphische und diejenige mittels des phonischen Rades von Lacour. Beide wurden, um eine ganz unabhängige Kontrole zu erhalten, nebeneinander zur Anwendung gebracht und sollen im Folgenden eingehend besprochen, zunächst aber noch einige Angaben über die zu den Beobachtungen benutzten Stimmgabeln und die allgemeine Anordnung der Versuche vorangeschickt werden.

III. Form und Beschaffenheit der untersuchten Stimmgabeln.

Die zu den ersten Bestimmungen verwendete provisorische Normalgabel war von Herrn R. König in Paris mit der Angabe geliefert worden, dass sie genau 435 Schwingungen bei 20° C machen sollte. Wenn diese Angabe auch einer Bezeichnung ihrer möglichen Unsicherheit entbehrte, so war durch dieselbe bei der bekannten Zuverlässigkeit des Verfertigers doch immerhin eine genügende Sicherung gegen etwaige gröbere Irrthümer der diesseits auszuführenden Zählung zu erwarten. Die Gabel ist von der grossen Form, wie sie für Orchesterstimmung vorgeschlagen worden ist und besitzt bei einer lichten Weite des Ausschnittes von 18 *mm* eine Zinkendicke von 6 und eine Breite von 14 *mm*. Ihre Oberfläche ist nur mittelfein polirt und namentlich an den Innenflanken der Zinken nicht ohne gröbere Risse. Die freien Enden sind bei der Justirung nur schlicht befeilt, aber nicht polirt worden. Sie trägt auf der einen Seite unterhalb des Ausschnittes die eingeschlagenen Bezeichnungen LA_3, 870 $V\ S$, 20° und darunter das bekannte König'sche Mono-



gramm. Auch der zu der Gabel gehörige mittelgrosse Schallkasten ist mit der eingepressten Bezeichnung LA_3 und der Firma „Rudolph König, Paris“ versehen.

Anfänglich erregte die erwähnte etwas mangelhafte Beschaffenheit der Oberfläche keine erheblichen Bedenken; als sich dieselbe aber nach einiger Zeit mit einer feinen bräunlichen Oxydhaut bedeckt zeigte, die nur noch von den Hauptflächen mit etwas Vaseline vollständig abgewischt werden konnte, von den ziemlich rauhen Endflächen und aus dem Grunde der eingeschlagenen Buchstaben aber nicht mehr ohne Hinterlassung von Spuren entfernbar war, schien die Unveränderlichkeit der Schwingungszahl dieser Gabel doch nicht mehr sicher genug verbürgt. Es wurde deshalb in der eigenen Werkstatt der Reichsanstalt noch eine zweite Gabel von nahezu gleichen Dimensionen aus deutschem Gussstahl hergestellt, deren Oberfläche ohne alle Bezeichnung gelassen und durchweg mit der höchsten Politur versehen wurde und bei welcher auch zur besseren Sicherung gegen etwaige zufällige Beschädigungen alle Kanten und Ecken mit einem Radius von etwa 1 *mm* abgerundet worden. Die feine Politur bietet nicht allein einen hohen Widerstand gegen Rostbildung, sondern gestattet auch, die leichteste Verletzung sogleich wahrzunehmen. Auch diese zweite Gabel wurde mit einem Schallkasten grösster Form versehen.

Gegen die Anwendung solcher Schallkästen bei Normalstimmgabeln sind allerdings Bedenken erhoben worden. So bringt R. König in der oben erwähnten Abhandlung Zahlen bei, welche darthun sollen, dass durch Schallkasten oder Resonator die Schwingungszahl einer Stimmgabel stets etwas verändert wird. Wenn nun auch gerade diesen Zahlen, bei ihrer Kleinheit und namentlich unter Berücksichtigung des Weges, auf dem sie erhalten worden sind, erhebliche Beweiskraft kaum zuerkannt werden kann, da sie ebensowohl die Folge anderer Umstände, namentlich von Temperaturschwankungen sein können, so bleibt damit die Frage doch noch immer offen. An und für sich betrachtet würde dieselbe allerdings ohne Bedeutung sein, wenn nur angenommen werden könnte, dass ein und derselbe Kasten ein und dieselbe Stimmgabel immer gleich stark beeinflusste, aber gerade das Letztere muss dann bezweifelt werden. Es erscheint einerseits nicht ausgeschlossen, dass Veränderungen des Kastens, z. B. veranlasst durch die Wirkung der Feuchtigkeit der Luft auf das Holz, den Widerstand mitverändern, den die Decke des Kastens den Erschütterungen durch die Schwingungen der Gabel entgegensetzt und somit ebenfalls auf die Schwingungszahl zurückwirken, andererseits aber auch wohl möglich, dass zwei mit Schallkästen versehene Stimmgabeln in ähnlicher Weise aufeinander einwirken, wie es für Orgelpfeifen sicher nachgewiesen ist. Wirkungen der ersten Art wurden auch diesseits für starke, gewaltsame Aenderungen am Kasten durch einen einfachen Versuch ganz zweifellos nachgewiesen; die dabei erhaltenen Ergebnisse scheinen gleichzeitig Einflüsse der zweiten Art wenigstens wahrscheinlich zu machen, zeigen aber auch, dass die Grösse der auf diese Weise hervortretenden Unterschiede unter gewöhnlichen Verhältnissen geringfügig genug ist, um ganz ausser Betracht bleiben zu können. Die Versuche wurden in der Weise angestellt, dass die König'sche Gabel durch Zählung der Schwebungen mit einer um etwa 1,5 Schwingungen höher stehenden Hilfsgabel verglichen wurde, das eine Mal im gewöhnlichen Zustande des Schallkastens und unmittelbar darauf unter sonst ganz gleichen äusseren Umständen, jedoch mit dem Unterschiede, dass die Oeffnung ihres Schallkastens durch ein locker eingepasstes, an den schmalen Seiten mit weichem Leder beklebtes Brettchen verschlossen wurde. Dabei zeigte sich die Schwingungszahl bei geschlossenem Kasten um 0,03 Einheiten kleiner als bei offenem. Eine

gleichartige Vergleichung mit einer zweiten um 1,5 Schwingungen tieferen Hilfsgabel ergab dagegen einen Einfluss des Verschliessens zwar in demselben Sinne wie vorher, aber mit dem erheblich grösseren Betrage von 0,07 Einheiten. Die Resultate mehrfacher Wiederholungen stimmen allerdings nur mittelmässig untereinander überein; sie setzen wohl das Vorhandensein solcher systematischen Abweichungen und auch deren ungefähre Grösse zweifellos fest, lassen jedoch einigermaassen unentschieden, ob der angegebenen Differenz Realität zugesprochen werden kann oder nicht. Nimmt man eine solche an, so kann sie nicht wohl anders erklärt werden, als dass bei offenem Schallkasten eine gegenseitige Beeinflussung zwischen beiden Gabeln stattfindet, die nach Verschluss des Kastens, welcher sehr starke Herabsetzung der Schallintensität bewirkt, zum grössten Theile verschwindet.

Nun ist jedenfalls nicht anzunehmen, dass natürliche Ursachen jemals eine so extreme Veränderung des Kastens bewirken können als die hier gewaltsam herbeigeführte; die aus dieser Quelle fliessende Unsicherheit der Schwingungszahl der Normalgabel wird sich daher in sehr engen Grenzen halten, wenn es nur zur Regel gemacht wird, die Gabel stets in Verbindung mit dem Kasten zu gebrauchen und sie womöglieh auch nie von demselben abzuschrauben. Aus diesem Grunde sind für die Aufbewahrung der beiden Gabeln besondere Schutzkästen angefertigt worden, in welche dieselben sammt ihren Schallkästen eingeschoben werden.

Die zweite der obigen Unsicherheitsquellen betrifft die eigentliche Normalgabel selbst nicht, sondern nur die von dieser abgeleiteten, zur bequemeren Prüfung der eingesandten Stimmgabeln dienenden Differenzgabeln und ist deshalb, da von letzteren eine viel geringere Genauigkeit gefordert wird, von um so weniger Bedeutung; sie wird sich sogar zum grössten Theil eliminiren, wenn angenommen werden kann, dass die gegenseitige Beeinflussung unter gleichen Verhältnissen auch nahezu gleichen Werth annimmt, eine Voraussetzung, deren Zulässigkeit sich zwar nicht direkt beweisen lässt, immerhin aber viel Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Dass die Schwingungszahl der Normalgabel selbst frei von dieser Fehlerquelle erhalten wird, lässt sich auf folgende Weise begründen. Bei der absoluten Zählung wird die Hilfstonquelle, mit welcher die Normalgabel verglichen wird, von dieser überhaupt nicht beeinflusst, da ihre Schwingungszahl ja die eigentlich absolut ermittelte Grösse ist. Umgekehrt aber tritt eine Beeinflussung deswegen nicht oder doch nur in unmerklichem Grade ein, weil die Schallintensität der Hilfstonquelle ganz gering gehalten werden kann und auch aus äusseren Gründen gehalten werden muss.

IV. Allgemeine Anordnung der Versuche.

Bei den ersten roheren Versuchen mittels der Sirene wurde die zu Grunde gelegte Stimmgabel einfach im freien Zimmer angeschlagen, bei den genaueren Bestimmungen aber liess man sie stets im Inneren eines gleichzeitig für die Temperaturmessung eingerichteten Thermostaten schwingen. Dieser besteht aus einem doppelwandigen zylindrischen Gefässe aus Kupferblech, welches auf drei eisernen Füssen ruht, aussen 34 *cm* Durchmesser und 24 *cm* Höhe, innen 16 *cm* Durchmesser und 20 *cm* Höhe besitzt. Der innere Raum bildet das Luftbad, in welchem die Gabel schwingt, während der zwischen den beiden zylindrischen Wänden und den beiden Böden befindliche Raum mit Wasser gefüllt wird, wovon er nahezu 18 Liter fasst. Die äussere Mantelfläche sowohl, wie die ringförmige Decke, welche die innere und äussere Wand miteinander verbindet, sind mit einer 1 *cm* starken Filzschicht bekleidet; der untere Boden dagegen ist frei, um durch eine untergesetzte Flamme das



Wasserbad erwärmen zu können. Der innere Hohlraum ist mit einem Deckel versehen, welcher ebenfalls mit einer Filzscheibe bedeckt wird und nur in der Mitte eine kreisförmige Oeffnung von etwa 4 *cm* Durchmesser besitzt, durch welche die Stimmgabel mit ihren Zinken nach unten eingeführt wird. Dieselbe hängt alsdann an ihrem Schallkasten, welcher mit seiner Decke nach unten auf dem Filzbelag des Deckels ruht und gleichzeitig die Oeffnung der thermostatischen Kammer verschliesst. Wird die Gabel vor dem Einsetzen angeschlagen, so schwingt sie dann in dem völlig abgeschlossenen Raume weiter, während ihr Ton durch den Schallkasten in unverminderter Stärke und Dauer nach aussen abgegeben wird.

Die ringförmige Decke des Thermostaten hat ferner noch zwei auf einem Durchmesser zu beiden Seiten der Mitte angeordnete Oeffnungen von etwa 4,5 *cm* Durchmesser, durch welche zwei schmiedeeiserne, aus Gasrohr von 4 *cm* lichter Weite hergestellte, 20 *cm* tiefe, oben mit einem schmalen Flantsch versehene Gefässe in den vom Wasser erfüllten Raum eingehängt werden können. Dieselben werden mit Quecksilber gefüllt und in das eine derselben die zu prüfende Gabel, nachdem ihre Oberfläche mit etwas Benzol sorgfältig von Fett gereinigt ist, geraume Zeit vor Beginn der eigentlichen Versuche, ebenfalls mit den Zinken nach unten weisend, eingesenkt. Durch Auflegen eines Gewichtes auf den nach oben gekehrten Boden des Schallkastens wird die Gabel in dem Quecksilber untergetaucht erhalten und nur von Zeit zu Zeit auf einen Augenblick gelüftet, um letzteres mittels eines eisernen Siebes durchzurühren. Auch das umgebende Wasser wird häufig mit einem hölzernen Löffel, der durch eine dritte, für gewöhnlich bedeckte Oeffnung der Decke eingeführt wird, umgerührt. Das zweite der eisernen Quecksilbergefässe enthält ein Thermometer, welches durch eine runde, die Oeffnung des Gefässes verschliessende Filzscheibe so hindurch gesteckt ist, dass seine Kugel in das Quecksilber hinabreicht, sein Stand aber von aussen abgelesen werden kann. Ein genau ebenso hergerichtetes Thermometer befindet sich in der thermostatischen Luftkammer. Hierdurch lässt es sich erreichen, dass das Quecksilber mit der untergetauchten Stimmgabel und das innere Luftbad wenigstens bis auf wenige Zehntel eines Grades übereinstimmende Temperatur annehmen. Sowie dann die Gabel aus dem Quecksilber herausgenommen wird, kommt das bisher in der Kammer befindliche Thermometer an ihre Stelle und dessen Temperaturangabe wird dann als die maassgebende angesehen. Hierbei ist aber noch die Vorsichtsmaassregel inne zu halten, dass letztere auch der herrschenden Zimmertemperatur möglichst nahe steht. Es lässt sich nämlich trotz sorgfältigster Reinigung der Gabel und der Oberfläche des Quecksilbers nicht immer vermeiden, dass mitunter kleine Tröpfchen des letzteren beim Herausnehmen der Gabel an dieser hängen bleiben. Dieselbe muss daher vor dem Einhängen in die Luftkammer erst noch allseitig besehen, nöthigenfalls mit einem steifen Borstenpinsel abgefegt werden und darf natürlich auch während der sehr kurzen Zeit, welche diese Operation erfordert, nicht der Gefahr ausgesetzt werden, ihre im Quecksilberbade angenommene Temperatur wieder zu ändern.

Um die Gabel auch im Inneren der thermostatischen Kammer in Schwingungen setzen zu können, ist letztere durch einen, den Raum zwischen den Doppelwänden seitlich durchsetzenden Kanal von aussen her zugänglich; bei den Beobachtungen wurde es indess, da die zu obigem Zweck angebrachte mechanische Vorrichtung der unbestimmten Stellung der Gabel wegen nicht gut funktionirte, vorgezogen, letztere nach dem Abklingen auf einen Augenblick aus der Kammer herauszuheben,

aussen anzuschlagen und sofort wieder einzusenken. Dafür wurde der Seitenkanal verschlossen gehalten. Mit Rücksicht auf die oben erwähnte Vorsichtsmaassregel schien es ganz unbedenklich, dieses Verfahren mehrere Male, wenn auch nicht allzu oft zu wiederholen.

Die Anordnung, die Gabel in hängender Lage schwingen zu lassen, erwies sich als sehr bequem, unterliegt aber doch gewissen Bedenken, die hier nicht übergangen werden sollen. Der nächste Einwand, dass schon durch die blosse Umkehrung der Gabel die Schwingungszahl etwas anders werden könnte als bei der sonst üblichen Aufstellung, ist allerdings wohl zutreffend, aber insofern gegenstandlos, als ja nichts im Wege steht, die Stimmgabel stets in jener hängenden Lage zu benutzen und diese somit als die allein ordnungsmässige zu erklären. Uebrigens liessen gelegentlich angestellte Versuche einen merklichen Einfluss der Lage nicht erkennen. Ein zweiter Einwand ist jedoch nicht so einfach von der Hand zu weisen. Da nämlich jetzt gerade die von den Erschütterungen durch die schwingende Gabel unmittelbar betroffene Decke des Schallkastens mit ihrer ganzen Fläche auf der weichen, leicht nachgiebigen Filzschicht von ganz unbestimmter Oberfläche aufruht und dabei nach dem jedesmaligen Anschlagen eine in Folge der wechselnden Lage und Anzahl der Unterstützungspunkte grössere oder geringere Dämpfung erfährt, so ist die Befürchtung gerechtfertigt, dass hierdurch auch die Schwingungszahl in veränderlicher Weise beeinflusst werden könnte. Die Grösse der hier auftretenden Dämpfung kann nun allerdings nur eine äusserst geringfügige sein, da, wie bereits früher erwähnt, eine störende Wirkung auf die Tonstärke vom Ohre nicht wahrgenommen wird. Es muss angenommen werden, dass der Schallkasten eigentlich nur von einzelnen, aus der allgemeinen Oberfläche des Filzes heraustretenden Härchen getragen und vermöge deren Elastizität fast freischwebend erhalten wird. Deshalb wird auch der Einfluss dieser sehr kleinen Dämpfung auf die Schwingungszahl jedenfalls eine ganz zu vernachlässigende Grösse besitzen. Um indessen auch diesen Einwand vollkommen zu beseitigen, wurde später die Filzschicht des Thermostaten noch mit einer Scheibe von starker, glatter Pappe bedeckt und in die Decke jedes der beiden Schallkästen genau über den Aussenwänden drei kleine Knöpfchen aus Hartgummi eingesetzt. Die Gabel ruht alsdann stets auf diesen drei bestimmten Punkten, welche eine Dämpfung überhaupt ausschliessen.

Die Versuche selbst wurden stets von zwei Beobachtern geleitet, von denen der eine den Thermostaten bediente, die Temperaturen notirte und die Stimmgabel anschlug, während der andere den Gang der eigentlichen Zählung überwachte und die Schwebungen registrirte. Es muss indess bemerkt werden, dass der Verlauf der Fundamentalversuche kein recht zufriedenstellender war, weil die Ungunst der räumlichen Verhältnisse zu häufigen Störungen Veranlassung gab, zu mancherlei kleinen Abänderungen der äusseren Anordnung nöthigte und viele Beobachtungen unbrauchbar machte. Aus diesem Grunde konnte auch das gewonnene Material keiner vollkommen kritischen Sichtung unterworfen werden, sondern musste mit wenigen Ausnahmen, bei denen augenscheinlich gröbere Versehen vorlagen, zur rechnerischen Auswerthung herangezogen werden.

(Forts. folgt.)



Die Verdampfung als Mittel der Wärmemessung.[1])

Von
W. Müller-Erzbach in Bremen.

Trotz des grossen Unterschiedes in der Konstruktion der bisher benutzten Wärmemessapparate stimmen doch alle darin überein, dass durch dieselben ein in einer bestimmten Zeit eintretender Wärmegrad an einer gleichzeitigen Zustandsänderung des Wärmemessers beobachtet werden soll. Abweichend davon misst man nach dem nachstehend beschriebenen Verfahren die Wärme durch die von ihr geleistete Arbeit. Innerhalb einer verschlossenen Flasche wird, etwa aus einer eingesetzten Glasröhre, eine der Wärme entsprechende Wassermenge verdampft und aus dem Gewichtsverluste jener Röhre die Temperatur bestimmt. Es wird aber dadurch natürlich nicht ein momentan vorhandener Wärmegrad beobachtet, sondern man ermittelt die während eines längeren Zeitraumes herrschende Durchschnittstemperatur, der Apparat ist ein Thermograph. Da er die Summe aller einzelnen Wärmewirkungen durch die Gesammtmenge des verdampften Wassers ausdrückt, so kann er unter dem Namen *Thermointegrator* von den bekannten Thermographen unterschieden werden.

Seine Einrichtung ging zunächst aus Beobachtungen über die Wasserverdampfung hervor. Vielfache Versuche, nach der Art der Verdunstungsmesser (*Atmometer*) eine konstante Beziehung zwischen der Temperatur und der Verdampfungsmenge festzustellen, missglückten, weil der Gegendruck eindringender Luftfeuchtigkeit nicht beseitigt werden konnte. Erst durch Anwendung einer Fettschicht als Sperrmittel wurde diese Schwierigkeit beseitigt. Eine mit eingeschliffenem Glasstöpsel verschliessbare und mit konzentrirter Schwefelsäure theilweise gefüllte Glasflasche kann nämlich durch geringes Einfetten des Stöpsels gegen den in der äusseren Luft vorhandenen Wasserdampf so vollständig abgeschlossen werden, dass sie selbst bei grossem Durchmesser des Stöpsels und in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre im Laufe von 24 Stunden noch nicht ein Milligramm schwerer wird. Wenn daher Wasser in einer nur ähnlich verschlossenen Flasche verdunstet, so ist auf den Dampfdruck innerhalb derselben die atmosphärische Feuchtigkeit ganz ohne Einfluss und man kann ihn auf einer unveränderlichen minimalen Höhe erhalten, wenn nur dafür gesorgt wird, dass die Oberfläche der absorbirenden Schwefelsäure hinreichend gross ist. Umgekehrt erkennt man deshalb aus dem Gewichtsverlust der in der Atmosphäre der Schwefelsäure befindlichen Wasserbehälter, ob die Absorption unverändert fortdauert oder nicht. Durch den erwähnten Verschluss der Glasflaschen wird übrigens nur der Uebertritt der Feuchtigkeit gehindert, jede Veränderung im äusseren Luftdruck überträgt sich bald auf das Innere der Flasche.

In solche Flaschen von meist 0,5 *l* Inhalt werden nun einerseits offene Glasröhren gebracht, welche an der anderen Seite zur Aufnahme des Wassers kugelförmig aufgeblasen werden. Wenn man die Röhren in der Schwefelsäure ähnlich wie ein Aräometer schwimmen lassen will, so lässt man sie in geringer Entfernung von der erweiterten Oeffnung zu einer zweiten grösseren Kugel aufblasen. Am bequemsten für die Ausführung der Versuche ist es, in der Mitte der Flasche eine kurze, oben offene Röhre zu befestigen, welche eine oder mehrere Versuchsröhren aufnimmt und selbst keine Schwefelsäure enthält, so dass man jene Röhren

[1]) Theilweise mitgetheilt in den *Verhdl. d. phys. Ges. zu Berlin No. 5. S. 36. (1888.)*



ohne weiteres herausnehmen und auf die Waage setzen kann. Die zur Wasseraufnahme bestimmten Kugelröhren müssen zur Regulirung des Wasserstandes auf der Kugel mit einer Marke versehen sein. Ist die Kugel hinreichend weit, so ändert sich die Entfernung bis zur nächsten Erweiterung oder der Oeffnung durch den einzelnen Versuch nur wenig, und es braucht erst nach längerer Zeit frisches Wasser nachgefüllt zu werden. Den richtigen Abstand des Wassers von der Oeffnung sichert man sich dabei am einfachsten dadurch, dass man das Gewicht der Röhre mit dem Wasser vor dem Versuche einem durch die Vorversuche bekannten Werthe nahebringt.

Bei einer derartigen Anordnung der Beobachtungen ergaben sich für die Verdampfung des Wassers nach Maassgabe der Temperatur so konstante Werthe, wie ich sie nach der für andere Diffusionsversuche mehrfach hervorgehobenen Schwierigkeit nicht annähernd erwartete. Die Diffusionskonstante erwies sich mit der Temperatur stark veränderlich und wurde nach Maxwell dem Quadrate der absoluten Temperatur proportional gesetzt, so dass der Gewichtsverlust des Wassers sich allgemein für alle Temperaturen berechnen liess, wenn er für irgend eine bestimmte Temperatur durch die Beobachtung festgestellt war. Nach der Formel:

$$s_1 = \frac{s\,T^2\,p_1}{T_1^2\,p}$$

findet man so aus den Mengen des verdampften Wassers p und p_1, wie den Quadraten der absoluten Temperatur, für die Temperatur T_1 die Spannung s_1, wenn sie für T durch s ausgedrückt wird. Aus der Spannung ergiebt sich dann die durchschnittliche Temperatur während der Dauer des Versuchs. Sie ist nach diesem Verfahren durch die in der ganzen Zeit geleistete Arbeit der Wärme bestimmt und erfährt nur nach dem mittleren Barometerstande noch eine geringe Korrektur. Hat man für irgend eine Durchschnittstemperatur bei einer bestimmten Kugelröhre den Wasserverlust beobachtet, so kann man mittels der Formel:

$$p_1 = \frac{s_1\,p\,T_1^2}{s\,T^2}$$

leicht für jede andere Temperatur den entsprechenden Verlust berechnen. Die auf solche Weise gefundenen Resultate lassen sich auf Versuchsröhren von anderen Dimensionen durch einfache Proportionalität übertragen, und es sind deshalb in Tabelle I (a. f. S.) nur die für das später beschriebene Versuchsrohr Nr. 8 in je 24 Stunden geltenden Wasserverluste angegeben.

Um die aus der Verdampfung abgeleiteten mit den durch das Thermometer gemessenen Temperaturen zu vergleichen, bediente ich mich eines verschliessbaren Kastens von 120 *cm* Länge, 70 *cm* Breite und 70 *cm* Höhe, welcher an beiden Seiten durch eiserne, mit Gasbrennern versehene Behälter erwärmt werden konnte. In der Mitte des Raumes stand ein weiter Blecheimer, der mit trockenem Sande gefüllt wurde und die zu den Versuchen dienenden Glasflaschen aufnahm, so dass sie vom Sande ganz bedeckt wurden. Die Flaschen waren von drei Thermometern umgeben, deren Angaben wieder bei jeder Wägung der Glasröhren durch eine Messung der Temperatur von der in der Flasche befindlichen Schwefelsäure kontrolirt wurde. In einzelnen Fällen, die an den grösseren Temperaturschwankungen kenntlich sind, standen die Versuchsflaschen frei in dem erwähnten Kasten und die Temperatur wurde an Thermometern abgelesen, die unmittelbar in den Flaschen selbst lagen. Das Ablesen geschah bei allen Versuchen im erwärmten Raume mindestens sechsmal



an einem Tage, nachdem vorher die Wendepunkte für die Zunahme oder Abnahme der Wärme festgestellt waren.

Tabelle I.

T	Gewichts-verlust.	*T*	Gewichts-verlust.	*T*	Gewichts-verlust.
0°	3,42 *mg*	19°	13,92 *mg*	38°	47,56 *mg*
1	3,70	20	14,89	39	50,55
2	4,00	21	15,95	40	53,72
3	4,33	22	17,07	41	56,99
4	4,68	23	18,27	42	60,38
5	5,05	24	19,53	43	64,06
6	5,44	25	20,86	44	67,94
7	5,85	26	22,32	45	72,02
8	6,30	27	23,81	46	76,28
9	6,80	28	25,40	47	80,78
10	7,33	29	27,10	48	85,49
11	7,88	30	28,90	49	90,49
12	8,47	31	30,82	50	95,74
13	9,10	32	32,86	51	101,19
14	9,79	33	34,93	52	106,93
15	10,52	34	37,21	53	113,08
16	11,29	35	39,60	54	119,39
17	12,12	36	42,10	55	126,15
81	12,97	37	44,75		

Für die Versuche bei gewöhnlicher Temperatur brachte ich die Versuchsflaschen in ein abgeschlossenes ungeheiztes Zimmer von möglichst gleichmässiger Temperatur und maass die letztere durch ein vorher geprüftes Six'sches Thermometer, dessen Maximum und Minimum in den meisten Fällen an einem Tage nicht über 0,7°, oft nicht 0,4° von einander abwichen. Als Durchschnittstemperatur nahm ich dann einfach das Mittel der täglichen Maxima und Minima und ich habe zur besseren Beurtheilung der Temperaturangaben den höchsten Betrag der Wärmeschwankungen hinzugefügt. Es liegt wohl am nächsten, den Normalverlust in Folge der Verdampfung durch Beobachtungen bei 0 Grad festzustellen, aber da es mir dazu an einer geeigneten Vorrichtung fehlte, so habe ich statt dessen Versuche mit möglichst geringen Wärmeschwankungen benutzt. Dieselben sind in Tabelle II (a. f. S.) für jede Kugelröhre zuerst angegeben.

In derselben Weise habe ich noch eine grössere Zahl von Beobachtungen ausgeführt und überall ähnliche Resultate erhalten, so dass es für die Beurtheilung der Methode ohne Bedeutung war, auch die übrigen noch einzeln mitzutheilen Die Versuche mit den grössten Temperaturschwankungen, also zugleich der grössten Unsicherheit für die gefundene Durchschnittstemperatur, zeigen die bedeutendsten Abweichungen zwischen den nach der Verdampfung berechneten und den mit dem Thermometer gemessenen Temperaturen. Sie steigen für einige Versuche über oder nahe an 50° bis 0,9° und zwar sind bei dieser Temperatur die von mir überhaupt erhaltenen Werthe meist geringer, so dass es scheint, als ob bei höherer Temperatur die Absorption des Wasserdampfes durch die Schwefelsäure nicht mehr schnell und vollständig genug erfolgt.

Für die gewöhnliche Lufttemperatur kommt nur bei dem Glasrohre No. 3, bei welchem überhaupt die grössten Unterschiede gefunden wurden, zweimal eine Abweichung bis 0,4° vor, während in vielen Fällen die Abweichungen geringer sind,

Tabelle II.

Bezeichnung der Glasröhren	Wärmeschwankungen.	Wasserverlust in 24 Stunden.	Versuchsdauer.	Ohne Rücksicht auf den Druck berechn. Spannung	Barometerstand *b*.	Spannung *s* nach *b* korrigirt.	Der Spannung *s* entsprechende Temperatur.	Direkt beobachtete Durchschnittstemperatur.	Unterschiede d. direkt beob. u. d. abgeleit. Temper.
1	0,8°	4,54 *mg*	7 Tage		761,0			11,2 °	
1	0,7	2,77	6 "	6,45 *mm*	758,8	6,43	4,8°	4,9	– 0,1°
1	1,8	23,8	1 "	43,7	765,2	44,0	35,9	36,2	– 0,3
1	2,6	44,5	1 "	71,9	763,1	72,4	45,3	45,7	– 0,4
1	0,7	4,14	5 "	9,08	774,7	9,25	10,1	9,9	+ 0,2
1	0,7	4,62	6 "	10,1	759,2	10,1	11,5	11,8	– 0,3
2	0,8	4,54	7 "		761,0			11,2	
2	0,7	2,8	6 "	6,5	758,8	6,48	4,9	4,9	0,0
2	2,6	41,1	1 "	71,2	763,1	71,4	45,0	45,7	– 0,7
2	2,0	23,8	1 "	43,75	766,7	44,2	36,0	36,3	– 0,3
2	0,8	14,2	1 "	27,6	776,0	28,1	28,0	27,7	+ 0,3
2	1,5	13,05	2 "	25,4	777,2	25,9	26,6	26,7	– 0,1
2	0,7	4,06	5 "	8,9	774,7	9,08	9,9	9,9	0,0
3	0,8	4,8	7 "		761,0			11,2	
3	0,7	2,92	6 "	6,3	758,8	6,3	4,5	4,9	– 0,4
3	2,6	41,1	1 "	71,2	763,1	71,4	45,0	45,7	– 0,7
3	2,0	24,3	1 "	42,4	766,7	42,7	35,4	36,3	– 0,9
3	0,7	4,28	5 "	8,9	774,7	9,06	9,8	9,9	– 0,1
3	0,7	5,07	6 "	10,4	759,2	10,4	11,9	11,8	+ 0,1
3	2,5	4,56	4 "	9,3	757,0	9,3	10,2	9,8	+ 0,4
5	0,8	4,79	7 "		761,0			11,2	
5	0,7	3,02	6 "	6,5	758,8	6,5	4,9	4,9	0,0
5	2,0	24,8	1 "	43,2	766,7	43,7	35,8	36,3	– 0,5
5	1,6	14,3	1 "	26,5	775,6	27,1	27,4	27,3	+ 0,1
5	4,5	71,5	1 "	111,0	779,0	113,6	54,3	55,2	– 0,9
5	5,5	60,0	1 "	94,8	775,0	96,5	51,0	51,8	– 0,8
5	3,8	61,8	1 "	97,3	770,5	98,3	51,3	52,1	– 0,8
8	0,8	8,0	7 "		761,0			11,2	
8	0,7	5,05	6 "	6,45	758,8	6,43	4,8	4,9	– 0,1
8	2,6	75,0	1 "	73,0	763,1	73,2	45,6	45,7	– 0,1
8	1,8	41,8	1 "	43,6	765,2	43,8	35,8	36,2	– 0,4
8	2,0	42,0	1 "	44,6	766,7	45,0	36,4	36,3	+ 0,1
8	0,8	24,8	1 "	27,4	776,0	27,9	27,9	27,7	+ 0,2
8	2,4	10,7	6 "	12,9	761,2		15,3	15,7	– 0,4
8	2,2	11,2	7 "	13,4	765,5	13,5	16,0	16,2	– 0,2
8	1,5	23,1	2 "	25,6	777,2	26,1	26,8	26,7	+ 0,1
8		7,4	3 "	9,2	777,0	9,38	10,4	10,3	+ 0,1
8	0,7	7,1	5 "	8,8	774,7	8,96	9,7	9,9	– 0,2
8	0,7	8,2	6 "	10,15	759,2		11,5	11,8	– 0,3
8	1,2	8,3	3 "	10,35	753,0	10,25	11,7	11,8	– 0,1
8	2,5	7,32	4 "	9,15	757,0	9,1	9,9	9,8	+ 0,1

als sie beispielsweise im Sommer zwischen dem Mittel aus wiederholten Ablesungen und dem des Six'schen Thermometers in einem ungeheizten Zimmer sich ergeben. Die Korrektur nach dem Barometerstande betrug bis 0,4° und man erhält deshalb

schon ohne dieselbe für manche Zwecke genügende Resultate, die bei Beobachtungen über eine längere Reihe von Tagen durch den gewöhnlichen Wechsel im Luftdruck noch genauer werden. Das vorübergehende Steigen und Fallen der Temperatur in kürzeren Zwischenzeiten bleibt bei der gewöhnlichen Messung unbeachtet, bei der Verdunstung dagegen kommt es zur vollen Geltung. Selbst geringe Unterschiede in der durchschnittlichen Temperatur des Erdbodens in verschiedener Tiefe oder des Waldes und des freien Feldes müssen sich durch gleichzeitige Beobachtung der Verdampfungsmenge mit der grössten Sicherheit erkennen lassen.

Für weiter abstehende Temperaturgrenzen lässt sich natürlich die mittlere Temperatur auf die angegebene Weise ohne Weiteres nicht ableiten, weil die Verdunstung zu der Temperatur nicht in linearer Abhängigkeit steht. Sind jedoch wie bei der Temperatur der freien Luft jene Grenzen annähernd bekannt, so lässt sich mit Hilfe eines Korrektionsgliedes der wirkliche Mittelwerth ebenfalls hinreichend genau bestimmen. Bringt man beispielsweise bei einer Temperatur von 15° und einer Temperaturschwankung von 8° für die eine Hälfte des Tages die Verdunstungsmengen nach 15° bis 19° und für die zweite Tageshälfte nach 11° bis 15° in Anrechnung, so erhält man als Mittel eine Verdunstung von 10,67 *mg*, welche 15,19° statt 15,0° anzeigen würde. Das Korrektionsglied wäre also 0,19°. Ich habe nach demselben eine nach meiner Methode ausgeführte Messung der Lufttemperatur vom 28. Mai bis zum 24. Juni 1888 korrigirt. Um diese Zeit beträgt die Temperaturschwankung der freien Luft in Bremen durchschnittlich 10,2°, aber im Jahre 1888 war sie um 2° geringer. An einer vor direkten Sonnenstrahlen geschützten Stelle des Gartens war neben der für die Verdunstung bestimmten Versuchsflasche ein gewöhnliches und ein Six'sches Thermometer aufgestellt. Der Stand des gewöhnlichen Thermometers wurde früh um 8 Uhr, am Mittag um 2 Uhr und am Abend um 8 Uhr aufgezeichnet, und es ergab sich nach der Formel:

$$\frac{1}{2}\left(\frac{8a + 2p + 8p}{3} + \frac{\text{Min.} + \text{Max.}}{2}\right)$$

eine mittlere Temperatur von 15,3°, als Mittel der für die Durchschnittstemperatur am hiesigen Orte bewährten Ablesungen um 8 Uhr Abends 15,2°. Aus dem Gewichtsverluste des Wassers von zwei in derselben Flasche aufgestellten Glasröhren verschiedener Dimension fand ich 15,2° und 15,3° als Durchschnittstemperatur, so dass man unter Berücksichtigung des Korrektionsgliedes die Werthe 15,0° und 15,1° erhält. In einem anderen Falle gingen aus den Einzelbeobachtungen am Thermometer in der gewöhnlichen Ergänzung die Temperatur 17,2°, aus den Verdunstungsmessungen mit verschiedenen Versuchsflaschen die Temperatur 17,2° und 17,0° hervor.

Wie schon bemerkt, bleibt das bei einem bestimmten Dampfdruck für zwei Glasröhren verschiedener Grösse beobachtete Verhältniss der Verdunstungsmenge für jeden anderen Dampfdruck bestehen. Es genügt daher, wenn ich für eine derselben, die in der vorausgehenden Tabelle als Glasröhre No. 8 bezeichnet ist, die Dimensionen näher angebe. Der innere Durchmesser der Röhre betrug 6,5 *mm*, der kugelförmigen Erweiterung 18 *mm*, die Länge des engeren Theils der Röhre 82 *mm* und die Entfernung der durch die Wasserstandsmarke bezeichneten Ebene von der Oeffnung der Röhre 91 *mm*. Da man übrigens geringe Aenderungen im Querschnitt der Röhren an verschiedenen Stellen derselben schwer erkennt, so ist es unerlässlich, für alle zu genauen Versuchen bestimmten Röhren durch etwa achttägige Beobachtung unter gleichzeitiger Wärmemessung oder mit Hilfe einer schon justirten Röhre die Menge des in 24 Stunden verdunstenden Wassers direkt zu bestimmen.



Für länger dauernde Beobachtungen bis zu einem Zeitraume von vier Wochen empfehle ich Kugelröhren von ungefähr 70 *mm* Länge, 6 *mm* innerer Weite und einem Kugeldurchmesser von 20 *mm*, für Beobachtungen bis zu 12 Wochen eine Länge der Röhren von 60 *mm*, eine Weite von 3 *mm* und einen Kugeldurchmesser von 30 *mm*. Für Beobachtungen von einem oder von einigen Tagen nimmt man dagegen der grösseren Genauigkeit wegen kürzere und weitere Röhren von 8 *mm* Durchmesser bei 25 *mm* Länge mit einem Kugeldurchmesser von nicht unter 30 *mm*.

Die zur Bestimmung der Temperatur der äusseren Luft mit dem Wasserthermointegrator in Bremen erforderlichen Abzugsglieder berechnen sich für die einzelnen Monate des Jahres auf: Januar 0,1°, Februar 0,1°, März 0,2°, April 0,2°, Mai 0,2°, Juni 0,25°, Juli 0,3°, August 0,25°, September 0,2°, Oktober 0,2°, November 0,1°, Dezember 0,1°.

Mit leichter verdunstenden Flüssigkeiten lässt sich unzweifelhaft eine grössere Empfindlichkeit für Temperaturunterschiede erreichen als mit Wasser, aber die grössere Menge der verdampfenden Flüssigkeit ändert die Entfernung ihrer Oberfläche von der Oeffnung der Röhre weit schneller, und es wird deshalb nöthig, für solche Messungen engere Röhren mit grösseren Kugeln zu verwenden. Nach den bisherigen Versuchen erwies sich der gewöhnliche Aether zur Erlangung konstanter Verdampfungswerthe unbrauchbar, wahrscheinlich weil seine Anziehung zu dem in der Luft vorhandenen Wasserdampf hinderlich wird. Auch mit Schwefelkohlenstoff konnten anfangs übereinstimmende Resultate nicht erhalten werden, als ich die Kugelröhre in freier Luft in einem geheizten Zimmer neben einem empfindlichen Quecksilberthermometer aufgestellt hatte. Der auf den Schwefelkohlenstoff wirksame Wechsel in der Temperatur ist dabei zu gross, um durch die Beobachtung des Quecksilberthermometers gleichartig festgestellt werden zu können. Als aber die Kugel des Integrators neben zwei gleichzeitig eingestellte Thermometer in einen grösseren, mit Sand gefüllten Behälter gebracht wurde, erhielt ich bei sehr viel geringeren Schwankungen in den Angaben der gewöhnlichen Thermometer auch im geheizten Zimmer gute Resultate.

Geht man von dem Graham'schen Gesetze aus, dass die Ausströmungsgeschwindigkeiten verschiedener Gase bei gleichem Dampfdruck den Quadratwurzeln aus ihren spezifischen Gewichten umgekehrt proportional sind, so erhält man die Formel:

$$\frac{v_s}{v_w} = \sqrt{\frac{d_w}{d_s}},$$

wenn v_s und v_w die Volumina des Schwefelkohlenstoffs und des Wasserdampfs, d_s und d_w ihre spezifischen Gewichte bedeuten. Setzt man ferner in der von mir angegebenen Weise[1]) eine einfache Abhängigkeit der Diffusion von dem Dampfdruck und dem Quadrate der absoluten Temperatur voraus, so findet man für dieselbe Temperatur und die Dampfspannungen p_s und p_w des Schwefelkohlenstoffs und Wassers:

$$\frac{v_s}{v_w} = \frac{p_s}{p_w}\sqrt{\frac{d_w}{d_s}},$$

oder für die Gewichtsmengen g_s und g_w an Stelle der Volumina:

$$\frac{g_s}{g_w} = \frac{p_s}{p_w}\sqrt{\frac{d_s}{d_w}}$$

Nun ergab nach meinen Beobachtungen dieselbe Kugelröhre bei einer Temperatur

[1]) *Wied. Ann.* **34.** *S. 1047. (1888).*

von 4° auf 24 Stunden berechnet einen Gewichtsverlust von 1,767 *mg*, wenn sie Wasser enthielt, bei der Verdunstung von Schwefelkohlenstoff dagegen unter gleichen Umständen eine Gewichtsabnahme von 94,08 *mg*. Nach Regnault's[1]) Formel:

$$\log F = a + b\,\alpha^t + c\,\beta^t,$$

beträgt bei 4° der Dampfdruck des Schwefelkohlenstoffs 153,3 *mm*, sein spezifisches Gewicht nach Gay-Lussac 2,6447, während für Wasserdampf bei 4° eine Dampfspannung von 6,097 *mm* und das spezifische Gewicht 0,6235 angegeben werden. Berechnet man demnach das Verhältniss g_s/g_w aus der vorstehenden Formel, so findet man den Werth 51,8, welcher mit dem thatsächlich beobachteten 94,08/1,767 = 53,2 annähernd übereinstimmt. Berücksichtigt man die noch vorhandene Unsicherheit in der Grösse der Dampfspannung des Schwefelkohlenstoffs, so kann die Uebereinstimmung als ausreichend angesehen werden. Die Diffusionskonstante erweist sich demnach für die beiden fraglichen Dämpfe in Wirklichkeit der Quadratwurzel aus den Dichten umgekehrt proportional.

Die Gleichmässigkeit, mit welcher die Verdunstung und Diffusion des Schwefelkohlenstoffs erfolgt, und die Empfindlichkeit dieser Vorgänge gegen geringe Veränderungen in der Temperatur gaben sich bei allen Versuchen mit genau kontrolirbarer Temperatur sehr deutlich zu erkennen, so dass der Schwefelkohlenstoff als eine für thermographische Zwecke ganz geeignete Flüssigkeit angesehen werden muss. Zwei Kugelröhren, welche in einem ungeheizten Zimmer 15 *cm* von einander entfernt und möglichst vor Luftbewegung geschützt aufgestellt waren, zeigten bei Wägungen nach einem und nach zwei Tagen in einer elftägigen Beobachtungsreihe das Verhältniss der Gewichtsverluste 1:1,0223:1,0211:1,0218:1,0222:1,0217:1,0218 für Temperaturen von 10 bis 15° und Barometerstände von 754 bis 767 *mm*, während der ganze Verlust am Ende des Versuchs 1 : 1,0217 ergab. Die grösste Abweichung betrug demnach 0,0006 vom Gewichtsverluste der ersten Röhre, was nach der Verdampfungsmenge einer Genauigkeit von $^1/_{79}$° C. entsprach. Dieser Fehler scheint ausserdem noch vorwiegend durch die Ungenauigkeit des Wägens entstanden zu sein, denn die Abweichungen nach der einen Richtung wechseln mit den entgegengesetzten fast regelmässig ab. Wegen der geringeren Menge des verdunstenden Wassers ist für dieses, selbst bei erheblich grösserer Weite der Verdunstungsröhren, die Empfindlichkeit wesentlich geringer. Die Abweichungen betrugen in den ausgeführten Versuchen für den einzelnen Tag $^1/_8$°, für eine zwei bis viertägige Versuchsdauer sanken sie jedoch schon auf $^1/_{11}$ bis $^1/_{20}$°.

Der Gewichtsverlust des verdunstenden Schwefelkohlenstoffs wird nach Regnault's Angaben über die Dampfspannung in derselben Weise berechnet wie beim Wasser, nur macht sich für die dem Siedepunkte schon näheren Temperaturen über + 5° noch ein additives Glied an der Funktion bemerklich. Dasselbe ist bis + 14° noch gering, und ich habe es empirisch mit graphischer Interpolation bestimmt, wobei sich ergab, dass es annähernd genau durch den Ausdruck α^{t-c} dargestellt werden kann, wenn man $\log \alpha = 0{,}10296$ und $c = 23$ setzt. Für das Gewicht des verdampfenden Schwefelkohlenstoffs erhält man demnach die Formel:

$$p_1 = s_1 \frac{p\,T_1^2}{s\,T^2} + \alpha^{t-c}.$$

Der mit einer bestimmten Versuchsröhre für die einzelne Stunde beobachtete und auf jede andere Röhre leicht zu übertragende Gewichtsverlust betrug:

[1]) *Mém. de l'Acad. 1862. S. 26. 335.*

T	Gewichts-verlust.	T	Gewichts-verlust.	T	Gewichts-verlust.
−10°	1,82 mg	+ 3°	3,73 mg	+ 15°	6,86 mg
− 9	1,94	4	3,93	16	7,24
− 8	2,06	5	4,14	17	7,65
− 7	2,18	6	4,36	18	8,09
− 6	2,31	7	4,59	19	8,56
− 5	2,44	8	4,83	20	9,06
− 4	2,57	9	5,08	21	9,57
− 3	2,71	10	5,34	22	10,17
− 2	2,86	11	5,61	23	10,81
− 1	3,01	12	5,89	24	11,52
0	3,17	13	6,19	25	12,31
+ 1	3,35	14	6,51	26	13,17
2	3,53				

Als Beispiel für die Korrektionsglieder, welche bei grösseren Temperaturschwankungen für die mit Schwefelkohlenstoff gefundenen Resultate in Anrechnung kommen, kann die folgende Reihe dienen, welche für eine Mitteltemperatur von 22° berechnet ist:

T-Schwankung.	Korrektionsglied.	*T*-Schwankung.	Korrektionsglied.
3°	0,16°	8°	0,20°
4	0,04	9	0,28
5	0,08	10	0,38
6	0,11	11	0,55
7	0,16		

Da mir eine Vergleichung meiner Apparate mit anderen Wärmemessern durch sachkundige Beobachter in hohem Grade erwünscht war, so wandte ich mich mit einer entsprechenden Bitte an den Direktor der Hamburger Seewarte, Herrn Geh. Admiralitätsrath G. Neumayer, welcher zu meiner grossen Dankverpflichtung meinem Wunsche entsprach. In Folge davon sind von Herrn Dr. L. Grossmann auf der Seewarte mit der grössten Sorgfalt eingehende und zum Theil recht mühsame Versuche wie Berechnungen mit dem Integrator angestellt. Alle Nebenumstände wurden dabei durch vielfache korrespondirende Beobachtungen berücksichtigt, und deshalb war mir die schliessliche Uebereinstimmung mit meinen eigenen Messungen besonders werthvoll. Herr Professor Neumayer hat mir erlaubt, aus dem in das Journal der Seewarte aufgenommenen umfangreichen Berichte die mit dem Integrator gewonnenen Resultate nach Wunsch zu veröffentlichen, und deshalb habe ich in Tabelle III (a. f. S.) aus den über mehr als 100 Tage ausgedehnten Beobachtungen die ersten, die letzten und die am meisten abweichenden mitgetheilt.

Im Keller der Seewarte ergab ein dreitägiger Versuch bei + 15,11° des Normalthermometers für die Verdunstung von Schwefelkohlenstoff ein Minus von 0,04°, für Wasser ein Plus von 0,28°; ein dann folgender 14tägiger Versuch für Schwefelkohlenstoff ein Minus von 0,07° und für Wasser ein Minus von 0,02°.

In den 29 ersten Versuchen ist die Verdampfungsmenge auch noch nach dem Barometerstande korrigirt, in den letzten nach den Wärmeschwankungen allein. Als Thermograph diente die vielfach benutzte Hipp'sche Spirale. Wie vorher schon erwähnt ist, sind alle Abweichungen von grösserem Betrage, soweit sie bei normaler Aufstellung des Apparates auf der Seewarte beobachtet wurden, in die Tabelle aufgenommen.

Tabelle III.

Thermograph unkorrigirt	Thermograph korrigirt	Unterschied.	Schwefelkohlenstoff-Integrator.	Thermograph weniger S.-Integrator.	Wasser-Integrator	Thermograph weniger W.-Integrator.	Temperaturschwankungen	Th. wen. S.-Integr. n. d. Schw. korrig.	Th. wen. W.-Int. n. d. Schw. korrig.	Versuchsdauer nach Tagen.
— 2,40°	— 2,57°	— 0,17°	— 2,45°	— 0,12°			7,2°	— 0,03°		1[1]
— 0,15	— 0,35	— 0,20	— 0,40	+ 0,05			2,7	+ 0,05		1
— 2,01	— 2,21	— 0,20	— 2,60	0,39			5,5	+ 0,42		1
— 0,88	— 1,05	— 0,17	— 1,00	— 0,05			4,1	— 0,04		1
— 4,82	— 5,09	— 0,27	— 5,45	+ 0,36			1,7	+ 0,36		1
— 7,98	— 8,48	— 0,50	— 8,30	— 0,18			3,9	— 0,17		1
— 10,29	— 10,82	— 0,53	— 10,70	— 0,12			9,2	— 0,01		1
— 5,28	— 5,75	— 0,47	— 5,90	+ 0,15			6,6	+ 0,23		1
0,93	0,60	— 0,33	+ 0,50	+ 0,10			1,6	+ 0,10		1
1,17	0,74	— 0,43	+ 0,40	+ 0,34			2,7	+ 0,34		1
2,00	1,58	— 0,42	1,55	+ 0,03			2,4	+ 0,03		2
3,66	3,36	— 0,30	3,30	+ 0,06			3,1	+ 0,06		1
1,86	1,56	— 0,30	1,35	+ 0,21			3,0	+ 0,21		2
— 2,78	— 3,25	— 0,47	— 3,35	+ 0,10			4,5	+ 0,11		1
3,53	— 4,00	— 0,47	— 3,80	— 0,20			3,9	— 0,19		1
2,80	3,30	— 0,50	— 3,50	+ 0,20			5,1	+ 0,23		1
— 2,02	— 2,32	— 0,30	— 2,80	+ 0,48			3,8	+ 0,49		1
3,73	3,36	— 0,37	3,35	0,01			4,1	+ 0,02		1
4,35	3,88	— 0,47	3,45	0,43			5,7	+ 0,50		1
4,90	4,60	— 0,30	4,45	0,15			4,5	+ 0,16		1
1,78	1,45	— 0,33	1,15	0,30			3,0	+ 0,30		1
1,80	1,50	— 0,30	1,50	0,00			5,1	0,06		1
2,34	2,07	— 0,27	1,85	+ 0,22			4,1	0,22		1
0,97	1,30	— 0,33	1,10	— 0,20			4,6	— 0,18		5
4,45	4,16	— 0,29	4,30	— 0,14			5,1	— 0,10		6
5,38	5,13	— 0,25	5,05	+ 0,08			3,7	0,09		4
2,97	2,44	— 0,47	2,65	— 0,21				— 0,13		1
4,03	3,23	— 0,80	3,45	— 0,22				— 0,14		1
4,32	3,92	— 0,40	4,05	— 0,13				— 0,13		1
17,17	17,02	— 0,15	17,50	— 0,48	17,50	— 0,48	7,0	— 0,32	— 0,36	2
20,58	20,58	0,00	21,00	— 0,42	21,06	— 0,48	9,4	— 0,13	— 0,25	1
23,11	23,13	0,02	23,37	— 0,24	23,25	— 0,12	7,1	— 0,08	0,00	3
19,91	19,81	— 0,10	20,26	— 0,42	20,57	— 0,73	7,5	— 0,25	— 0,58	1
20,90	20,87	— 0,03	21,36	— 0,49	21,41	— 0,54	10,4	— 0,12	— 0,25	1
22,58	22,58	0,00	22,70	— 0,12	22,85	— 0,27	9,1	+ 0,16	— 0,06	1
23,70	23,80	+ 0,10	23,43	+ 0,37	23,95	— 0,15	9,0	+ 0,67	+ 0,06	1
20,66	20,62	— 0,04	20,94	— 0,32	21,37	— 0,75	7,6	— 0,14	— 0,60	1
16,78	16,65	— 0,13	17,32	— 0,67	17,36	— 0,71	4,9	— 0,58	— 0,65	1
18,72	18,72	0,00	19,28	— 0,56	19,34	— 0,62	7,3	— 0,39	— 0,48	3

Aus den Beobachtungen im Keller der Seewarte ergiebt sich zunächst die praktische Brauchbarkeit der angewandten Methode. Die Uebereinstimmung zwischen den Angaben des Stationsthermometers und des Integrators ist noch grösser als bei meinen Versuchen im ungeheizten Zimmer und eine so vollständige, dass der Integrator zur Ermittlung der Durchschnittstemperaturen namentlich auch für wissenschaftliche Zwecke vorzugsweise als geeignet angesehen werden muss. Bei

[1] Wie alle folgenden Versuche nach Beobachtungen an freier Luft. Eine zweite Durchschnittszahl für den Thermographen nach abweichender Beobachtungszeit ist weggelassen.



keinem der neun auf der Seewarte angestellten Versuche von zweitägiger oder längerer Dauer geht die Abweichung des Schwefelkohlenstoff-Wärmeintegrators über 0,39°, des Wasserapparats über 0,48° hinaus, während die höchste gleichzeitige Abweichung des Hipp'schen Thermographen 0,45° beträgt. Für 19 Versuche bei niedriger Temperatur, von — 10,82° bis — 0,35°, wurde als höchste Abweichung des S.-Integrators 0,49°, des Thermographen 0,53° beobachtet, die mittlere Abweichung des Integrators 0,12° C., des Thermographen 0,35°. In 10 Versuchen bei der etwas höheren Temperatur in den Grenzen von — 1,30 bis + 5,13° weicht der Integrator bis 0,50°, der Thermograph bis 0,53° ab, während sich als Mittel aus den Abweichungen für den Integrator 0,12°, für den Thermographen 0,32° ergiebt. In beiden Fällen erweist sich also der Integrator genauer und nur in der höheren Temperatur von 16,85° bis 23,80° sind die Resultate des Thermographen die besseren, indem die mittlere Abweichung für denselben nicht über 0,03° hinausgeht, während sie für den S.-Integrator 0,12°, für den W.-Integrator 0,32° ausmacht. Die höchste überhaupt beobachtete Abweichung betrug beim S.-Integrator 0,67°, beim W.-Integrator 0,65°, bei der Hipp'schen Spirale 0,80°. Für die Beobachtung der Temperatur der freien Luft wird deshalb jedenfalls der Schwefelkohlenstoffintegrator betreffs der Genauigkeit von anderen Thermographen nicht übertroffen. Durch die Wasserverdunstung erhält man ebenfalls befriedigende und bei geringen Temperaturschwankungen gute Resultate. Für die praktische Ausführung der Versuche ist aber der W.-Integrator äusserst bequem, insofern er es ermöglicht, durch wenige Wägungen die mittlere Temperatur für Wochen und Monate in befriedigender Uebereinstimmung mit dem Quecksilberthermometer festzustellen. Die mühsame Berechnung der thermographischen Kurven fällt vollständig fort, und man erhält trotzdem das Resultat auch mit dem Wasserintegrator in gleicher Zuverlässigkeit wie mit anderen Thermographen.

Eine ebenso wie die Wärmemessung auf der Diffusion von Dämpfen beruhende Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts der atmosphärischen Luft unter Anwendung von konzentrirter Schwefelsäure will ich einer späteren Mittheilung vorbehalten.

Vorrichtung zur automatischen Einstellung der Prismen eines Spektralapparates auf das Minimum der Ablenkung.

Von

Dr. **Hugo Krüss** in Hamburg.

Bereits zwei Mal habe ich in *dieser Zeitschrift* (*1885 S. 181; 1888 S. 388*) die Konstruktion automatischer Spektroskope besprochen. Es handelte sich dabei einmal um einen Spektralapparat mit zweimaligem Durchgange der Strahlen durch die Prismenkette, das andere Mal um einen Apparat mit festem Beobachtungsfernrohr, während die Prismenkette natürlich beweglich sein musste.

Es sei die Figur 1, welche damals zur Darstellung des Vorganges diente, a. f. S. nochmals angeführt. Jeder Strahl, welcher in die Mitte des Gesichtsfeldes eingestellt ist, muss, um das Minimum der Ablenkung zu erfahren, in jedem Prisma parallel zur Grundfläche desselben laufen, die Winkel, unter denen je zwei Grundflächen zu einander stehen, müssen also alle gleich sein. Bei jeglicher Einstellung der Prismenkette müssen also die sämmtlichen Grundflächen der Prismen Tangentialebenen eines Zylinders oder in der Figur 1 sämmtliche Grundlinien der Dreiecke Tangenten eines



Kreises sein, die Normalen auf den Mitten dieser Grundlinien sich demgemäss alle im Mittelpunkte schneiden.

Da die Ablenkungen der Strahlen von verschiedener Brechbarkeit verschieden sind, so ändert sich der Winkel der Grundlinien zu einander mit der Brechbarkeit, also auch der Durchmesser des Zylinders bezw. Kreises. Da ferner der einfallende Strahl für das ganze Spektrum unter gewöhnlichen Umständen in einer und derselben Richtung aus dem festen Kollimatorrohre auf das erste Prisma fällt, so ist der erste Eckpunkt *o* des ersten Prismas mit dem Kollimator fest verbunden. Wegen der Veränderlichkeit in der Länge der Radien muss also der Mittelpunkt *O* in der Richtung *Oo* (oder umgekehrt der Endpunkt *o*) beweglich sein.

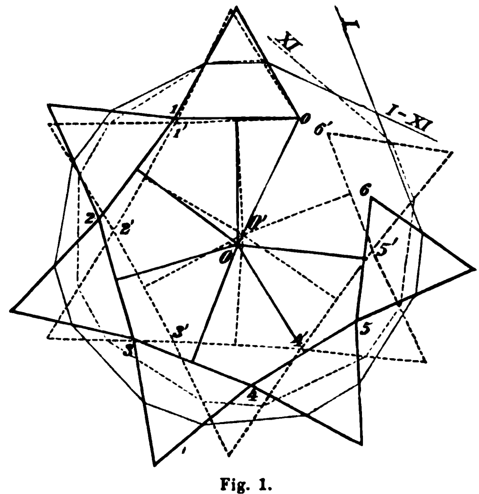


Fig. 1.

Die mechanische Ausführung, wie sie sich zunächst aus der schematischen Fig. 1 ergiebt, ist demgemäss die folgende: Die einzelnen Prismen werden so mit einander verbunden, dass sie sich in den Kanten 1 bis 5 berühren und sich gleichzeitig gegen einander um vertikale Axen drehen können, welche durch diese Punkte gehen. Sodann verbindet man jedes Prisma fest mit einem Arm, welcher senkrecht auf der Mitte der Grundfläche steht; sämmtliche Arme werden durch einen zentralen Stift *O* mit einander verbunden, jedoch so, dass letzterer in jedem Arm in einem Schlitze geht, und endlich ermöglicht man, dass der Zentralstift *O* sich in der Geraden *Oo* bewegen kann.

Fig. 2.

Bei einer derartigen Anordnung behalten die einzelnen Prismen unter einander die gleiche Neigung und die Verschiebung des ganzen Systems kann nur in ganz bestimmter Weise erfolgen und zwar derart, dass der Bedingung des Minimums der Ablenkung der beobachteten Strahlen genügt wird.

Allerdings ist hierbei eine wesentliche Bedingung in Bezug auf die Beschaffenheit der Prismen zu erfüllen. Dieselben müssen nicht nur, was selbstverständlich ist, aus derselben Glasart hergestellt sein, sondern auch genau gleiche brechende Winkel haben, sonst leistet die automatische Einstellung schlechtere Dienste als die mühsame Einstellung der Prismen auf das Minimum der Ablenkung mit der Hand.

Die Einrichtung, welche von Fr. Schmidt & Haensch[1]) den automatischen Spektroskopen gegeben wird, ist im Prinzip dieselbe, wie in Fig. 1 dargestellt

[1]) *Loewenherz, Ber. über die wissenschaftl. Instrumente der Berl. Gewerbe-Ausstellung 1879. S. 378.*

wurde, sie weicht nur von obiger Beschreibung in sofern ab, als der Mittelpunkt O nicht beweglich, sondern fest ist und anstatt dessen die Prismen selbst auf den radialen Armen verschiebbar sind, so dass sie sich dem Mittelpunkt nähern oder sich von demselben entfernen können.

Die mechanische Ausführung der beschriebenen Einrichtungen bietet einige Schwierigkeiten, sofern man einen tadellosen Gang des Mechanismus herstellen will und es gelingt meistens nicht, den todten Gang aufzuheben, so dass man bei Messungen im Spektrum stets nur von einer Seite her einstellen darf. Der Grund dieser Schwierigkeiten liegt nach meiner Erfahrung zumeist in der Nothwendigkeit, eine mehrfache Verschiebung in Schlitzen oder Schlitten vor sich gehen zu lassen. Soll die ganze Bewegung nicht zu schwer gehen, so kann die Führung nur eine kurze und verhältnissmässig lose sein und es schien mir wünschenswerth, die Verschiebung in Schlitzen durch Drehung um Axen ersetzen zu können.

Beim Nachdenken über den einzuschlagenden Weg lenkten sich meine Gedanken zufällig auf die Einrichtung des Regenschirmes. Beim Aufspannen desselben

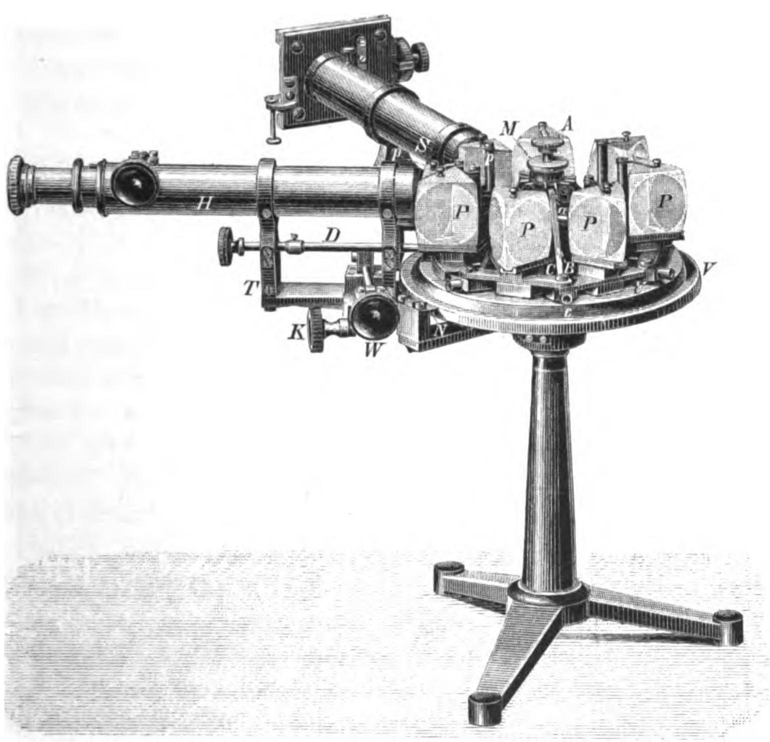


Fig. 3.

werden die im vorliegenden Falle erforderlichen Bedingungen erfüllt, insofern als die Seiten des Schirmes stets Tangenten an einem Kreise sind, dessen Durchmesser veränderlich ist. Bei einem Regenschirm verändert sich jedoch die Grösse der Seiten, während die Grundlinien der Prismen unveränderliche Länge besitzen, in Folge dessen muss gleichzeitig mit Veränderung des Durchmessers eine Drehung der Radien um die Axe stattfinden.

Der soeben oberflächlich skizzirte Gedanke ist in der durch Fig. 2 und 3 dargestellten Konstruktion verwirklicht.

Auf die im Mittelpunkte des Prismentellers befestigte vertikale Axe A sind

sieben Ringe *R* gesteckt, welche durch eine gemeinsame Mutter *M* miteinander verbunden, sich an der Axe auf- und niederschieben, sowie gegeneinander um die Axe drehen können. Mit jedem dieser Ringe ist ein radialer Arm *B* derart verbunden, dass er sich mit seinem oberen Ende um die horizontale Axe *a*, mit seinem unteren dagegen um die Axe *b* drehen kann. Durch die letztere Axe *b* ist die Verbindung des Armes *B* mit dem Stücke *c* hergestellt. Die durch dieses Stück *c* hindurchgehende Schraube *e* bildet mit ihrem unteren Ende den Stützpunkt des Mechanismus auf dem Prismenteller, während sie gleichzeitig je zwei Seitenstücke *C* mit dem Stücke *c* und dadurch mit der zentralen Axe *A* verbindet. Auf den Seitenstücken *C* stehen dann die Prismen *P* und nehmen an jeglicher Bewegung dieser Seitenstücke Theil. Das Spaltrohr *S* und das Beobachtungsrohr *H* sind mit rechtwinkligen Reflexionsprismen *p* versehen. Ersteres ist fest mit dem Prismenteller verbunden, letzteres um die Axe *A* drehbar. Durch die Träger *T* beider Rohre ist eine in horizontaler Richtung bewegliche Stange *D* gesteckt, welche genau auf die Mittelaxe *A* gerichtet ist. Das dem Mittelpunkte nähere Ende dieser Stange *D* ist mit Gewinde versehen und kann mit demselben in die Stücke *c* geschraubt werden. Die Stange *D* des Spaltrohres *S* wird in dieser Weise mit dem ersten Stücke *c* verbunden. In Folge dessen kann dieses sich nur mehr in der Richtung des Radius des Kreises verschieben. Die entsprechende Stange *D* des Beobachtungsfernrohrs *H* wird ebenso mit dem letzten Stücke *c* verschoben.

Wird nun das Beobachtungsfernrohr *H* um die Axe *A* gedreht, so wird der ganze die Prismen *P* tragende Mechanismus mit in Bewegung gesetzt, und zwar in der Weise, dass die Grundflächen der Prismen immer Tangentialebenen an einem Zylinder bleiben, dessen Mitte die Axe *A* ist; die Veränderung in der Länge der Radien dieses Zylinders, d. h. der Projektion der radialen Arme *B* auf den Prismenteller wird hierbei ermöglicht durch Auf- und Absteigen der Ringe *R* an der Axe *A*.

Die getroffene Einrichtung erlaubt es nun auch, mit wenig Mühe anstatt sechs nur eine geringere Anzahl von Prismen zu benutzen. Die überflüssigen Prismen werden abgehoben und die horizontale Stange *D* des Beobachtungsrohrs *H* von dem letzten Stücke *c* abgeschraubt. Dann lässt sich das Beobachtungsfernrohr mit seinem Reflexionsprisma *p* über die Träger der abgenommenen Prismen fortbewegen und hinter dem letzten der noch zu benutzenden Prismen durch Festschrauben der Stange *D* mit dem betreffenden Stücke *c* und so mit dem ganzen Bewegungsmechanismus der Prismenkette verbinden.

Der Prismenteller ist an seinem Rande *V* mit einer Kreistheilung versehen und an der Bewegung des Beobachtungsrohres *H* nimmt der mit demselben verbundene Nonius *N*, welcher auf der Kreistheilung schleift, Theil. Endlich kann das Beobachtungsfernrohr durch die Schraube *K* am Kreise festgeklemmt und dann mittels der Mikrometerschraube *W* fein bewegt werden.

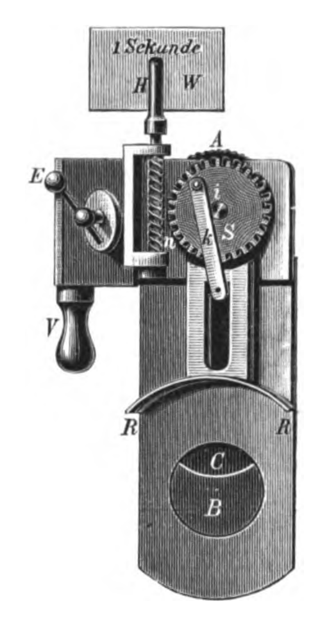
Es zeigt sich nun, dass in der That kein todter Gang in dem ganzen Mechanismus der Prismenkette vorhanden ist, ohne dass die Herstellung nur annähernd so schwierig gewesen wäre, wie bei dem Bewegen in Schlitzen.

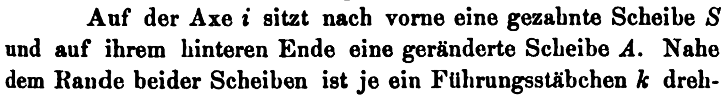
Kleinere (Original-) Mittheilungen.

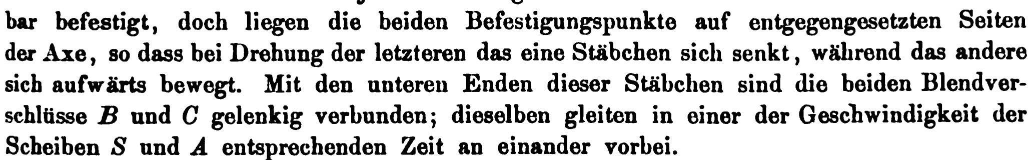
Moment- und Zeitverschluss für photographische Apparate.

Von **S. Simon**, i. Firma **R. Blänsdorf Nachfolger** in Frankfurt a. M.

Unter den mannigfachen Momentverschlüssen für photographische Apparate ist zur Zeit keiner, welcher allen Anforderungen an genaue Bestimmung der Expositionszeit entspricht. Der Verschlussapparat von Thury und Amey in Genf soll zwar diesem Zwecke dienen, ist aber auf einem nicht ganz zweckmässigen Konstruktionsprinzip aufgebaut; dort wird nämlich die kürzere oder längere Oeffnungszeit des Objektivs durch allmäliges Zusammenpressen eines Lederringes bewirkt, welcher um die den Verschluss treibende Feder gelegt ist; der Ring drückt die Feder während ihrer Arbeit durch stärkeres oder schwächeres Anziehen einer Schraube mehr oder weniger zusammen und in Folge dessen wird ihrer Kraft eine wechselnde Hemmung entgegengesetzt. Der vorliegende, durch die nebenstehende Figur erläuterte Apparat soll dagegen den Zweck richtiger Zeitbestimmung beim Photographiren durch Vermittlung verschieden grosser Windfänge erreichen. Bei oberflächlicher Betrachtung der Zeichnung erinnert dieselbe an eine Figur in dem *Handbuche der Photographie* von Professor Eder (*Wien. Band I. S. 335. Fig. 196*), allein jenem Apparat fehlt jede Zeitregulirung und gerade dieser Punkt ist es, welchem wir unsere spezielle Aufmerksamkeit zugewendet haben. Zu diesem Zwecke haben wir folgende Anordnung getroffen.




Auf der Axe *i* sitzt nach vorne eine gezahnte Scheibe *S* und auf ihrem hinteren Ende eine geränderte Scheibe *A*. Nahe dem Rande beider Scheiben ist je ein Führungsstäbchen *k* dreh-


bar befestigt, doch liegen die beiden Befestigungspunkte auf entgegengesetzten Seiten der Axe, so dass bei Drehung der letzteren das eine Stäbchen sich senkt, während das andere sich aufwärts bewegt. Mit den unteren Enden dieser Stäbchen sind die beiden Blendverschlüsse *B* und *C* gelenkig verbunden; dieselben gleiten in einer der Geschwindigkeit der Scheiben *S* und *A* entsprechenden Zeit an einander vorbei.

Ist die Schraube ohne Ende *n*, wie in unserer Figur, mittels des Hebels *E* von dem Zahnrad *S* entfernt, so wirkt der Verschluss in $^1/_{150}$ Sekunde; wird die Schraube *n* mit der gezahnten Scheibe in Verbindung gebracht, so wirkt der Verschluss in $^1/_8$ Sekunde. Diese beiden Stellungen dienen für sogenannte Momentaufnahmen. Für Zeitaufnahmen treten die Windflügel *W* in Funktion, welche je nach ihrer Grösse und Breite mehr oder weniger verlangsamend wirken; auf diese Weise kann die Expositionszeit von ein Viertel bis zu 4 Sekunden in allen möglichen Variationen vorher bestimmt werden. Die Windflügel *W*, welche bei *H* aufgesteckt werden, sind mit der entsprechenden Sekundenzahl bezeichnet. Die Ingangsetzung des Apparates geschieht in schon bekannter Weise auf pneumatischem Wege. Der die Luft zuführende Schlauch wird bei *V* angebracht. Die Vorrichtung wird an Stelle der üblichen Blenden in den Blendenschlitz des Objektivs eingeschoben, und sitzt auf letzterem mittels des Metallstückes *R R* fest. Zur Bestimmung der Grösse eines Verschlusses ist nur die Einsendung einer zum Objektiv gehörigen Blende erforderlich, jedoch werden Verschlüsse für die in Deutschland meist üblichen Objektive, wie diejenigen von Steinheil, Voigtländer, Busch, Suter u. A. vorräthig gehalten. Der (durch Deutsches Reichs-Patent geschützte) Apparat wird für Deutschland, Oesterreich und die Schweiz ausschliesslich von der Firma Haake & Albers zu Frankfurt a. M. vertrieben.

Ausstellung wissenschaftlicher Apparate und Präparate während des 10. internationalen medizinischen Kongresses in Berlin 1890.

In Verbindung mit dem 10. internationalen medizinischen Kongress, welcher vom 4. bis 9. August dieses Jahres in Berlin tagen wird, soll eine internationale medizinisch-wissenschaftliche Ausstellung stattfinden. Dem zu diesem Zwecke zusammengetretenen Organisations-Komité gehören aus den Kreisen der Präzisionstechnik die Herren Kommerzienrath Dörffel, Optiker H. Haensch und Direktor L. Loewenherz an. Die sehr grossen Schwierigkeiten, welche die Beschaffung geeigneter Räumlichkeiten gemacht hat, sind erst jetzt gehoben worden und es wird nunmehr zur Beschickung der Ausstellung eingeladen. Der Charakter derselben, der Gelegenheit und dem zur Verfügung stehenden Raume entsprechend, soll ein ausschliesslich wissenschaftlicher sein.

Von den zur Ausstellung zugelassenen Gegenständen heben wir die folgenden hervor: Neue oder wesentlich verbesserte wissenschaftliche Instrumente und Apparate für biologische und speziell medizinische Zwecke, einschliesslich der Apparate für Photographie und Spektralanalyse, soweit sie medizinischen Zwecken dienen; neue oder besonders vervollkommnete Instrumente zu operativen Zwecken der inneren und äusseren Medizin und der sich anschliessenden Spezialfächer, einschliesslich der Elektrotherapie, ferner die neuesten Apparate zu hygienischen Zwecken.

Alle Anmeldungen oder Anfragen sind an das Bureau des Kongresses (Dr. Lassar, Berlin NW., Karlstrasse 19) mit dem Vermerk „Ausstellungsangelegenheit“ zu richten. Die deutsche Gesellschaft für Optik und Mechanik wird die Interessen der ausstellenden deutschen Mechaniker und Optiker nach Kräften wahrnehmen. Etwaige Wünsche sind an den Vorsitzenden, Herrn H. Haensch in Berlin S., Stallschreiberstr. 4 zu richten.

Referate.

Ueber die Reflexion des Lichtes an parallel zur optischen Axe geschliffenem Quarz.

Von R. Ritter. *Wied. Ann.* ***36.*** *S. 236.* (*1889.*)

Nach der Methode von Wernicke, welcher die Newton'schen Farben im reflektirten Lichte spektral zerlegte und die Lage der Interferenzstreifen im parallel und senkrecht zur Einfallsebene polarisirten Lichte beobachtete, hat der Verfasser die elliptische Polarisation bei der Lichtreflexion von parallel zur optischen Axe geschliffenem Quarz untersucht. Er fand, dass hier wie bei isotropen Medien (nach Wernicke) nur die senkrecht zur Einfallsebene polarisirte Komponente eine Phasenverzögerung erleidet, und stellte ferner eine Verschiedenheit des Haupteinfallswinkels je nach der Lage der optischen Axe zur Einfallsebene fest. Das Wernicke'sche Gelatineverfahren zur Entfernung der fremdartigen Oberflächenschicht von den polirten Flächen hat Herr Ritter nicht in Anwendung gebracht.

Bei einigen Vorversuchen an Glas wurde mit einer Luftschicht von konstanter Dicke gearbeitet, die durch Verkittung zweier planparalleler Glasplatten hergestellt wurde. Es entstand ein Ringsystem, von welchem der mittlere gleichmässig gefärbte Fleck von etwa 0,25 *qcm* benutzt werden konnte. Bei den Hauptversuchen benutzte Herr Ritter zur Fassung der Platten einen Schraubenapparat, welcher gestattete, die Dicke der Luftschicht zu verändern. Eine quadratische, parallel der optischen Axe geschliffene Quarzplatte von 4,4 *cm* Seitenlänge und eine ebenso grosse Kronglasplatte werden sorgfältig gegen einander abgeschliffen und hierauf in etwas dünnere quadratische Fassungen gekittet, welche an ihren Ecken diagonal nach aussen gehende Ansätze tragen. Durch die Fassung der Glasplatte führen von oben acht Schraubenfedern, welche, wenn die Glasplatte auf die Krystallplatte gelegt ist, gegen die Fassung der letzteren drücken. Um die übereinander liegenden Ansätze der Fassungen sind Schraubenklemmen gelegt. Zieht man die Schrauben der letzteren an, so wirkt man den Schraubenfedern, welche die Platten auseinander zu halten streben, entgegen und ist



auf diese Weise im Stande, beide Platten in jeder beliebigen Entfernung von einander festzuhalten. Unmittelbar über der Glasfassung und unter den Köpfen der Schraubenfedern liegt noch ein in Richtung der Fassung verschiebbarer Rahmen mit keilförmigen Auflagen. Schiebt man diesen durch eine dazu angebrachte Schraube über die Fassung hin, so greifen die Keile unter die Schraubenköpfe, heben diese in die Höhe und setzen so die Schraubenfedern ausser Thätigkeit. Der Apparat konnte auf einem Tischchen so befestigt werden, dass die optische Axe entweder horizontal oder vertikal lag. So gute Dienste dieser Schraubenapparat auch leistete, so hatte er doch den grossen Fehler, gegen Temperatureinflüsse äusserst empfindlich zu sein.

Die Versuchsanordnung war folgende. Durch den Spiegel eines Heliostaten wird Sonnenlicht auf den Kollimatorspalt eines Spektrometers und von hier durch das Kollimatorobjektiv auf die am Spektrometertischchen befestigten, zu untersuchenden Platten geworfen. Das hier reflektirte Licht fällt auf den Spalt eines zweiten, am Spektrometer befestigten Kollimators und gelangt dann durch das Objektiv des letzteren und ein Prisma für gerade Durchsicht in das besonders aufgestellte Beobachtungsfernrohr. In diesem befindet sich ein Okularschraubenmikrometer, mit welchem der Abstand der Interferenzstreifen von den benachbarten Fraunhofer'schen Linien gemessen wird, und hinter dem Okular (vom Objektiv aus) ein drehbares Nikol'sches Prisma. Der Einfallswinkel wurde mit dem Spektrometerfernrohr bestimmt.

Die Anwendung zweier Kollimatoren, welche eine bequemere Beobachtung gestattet, hat gegen die Wernicke'sche Anordnung, bei welcher der zweite Kollimator fortfällt und mit dem Beobachtungsfernrohr direkt auf den ersten Spalt eingestellt wird, den Nachtheil einer viel grösseren Lichtschwäche. In Folge dessen muss der erste Spalt sehr breit genommen werden, und dies bringt eine grössere Ungenauigkeit in der Bestimmung der Einfallswinkel mit sich. Bei Beobachtungen in der Nähe des Polarisationswinkels, wo die Phasendifferenz sich sehr mit dem Einfallswinkel ändert, hat deshalb auch Herr Ritter die Wernicke'sche Anordnung gewählt. Hier musste dann noch zwischen den Platten und dem Fernrohr ein Spalt zur Abblendung des von der ersten Glasfläche und der zweiten Quarzfläche reflektirten Lichtes eingeschaltet werden. Die gleichmässige Dicke der Luftschicht konnte man viel besser als an den Newton'schen Farben mit Hilfe der Interferenzstreifen selbst beurtheilen. Waren sie nicht den Fraunhofer'schen Linien parallel, so war die Dicke der Luftschicht in vertikaler Richtung ungleich, änderte sich dagegen ihre Lage, wenn die Platten horizontal in ihrer Richtung verschoben wurden, (wozu eine Vorrichtuug vorhanden war), so war die Luftschicht an der einen Seite dicker als an der anderen.

Zunächst wurden Versuche bei parallel zur Einfallsebene polarisirtem Lichte angestellt, sowohl bei senkrecht wie bei parallel zur Einfallsebene gerichteter optischer Axe. Aus den erhaltenen Daten wurde nach der Formel:

$$1) \quad \ldots\ldots\ldots \quad d = \frac{m\,\lambda^{\parallel}}{2\cos\alpha}$$

(m ist die Ordnung des Streifens, $\lambda^{\parallel}$ seine Wellenlänge, α der Einfallswinkel) die Dicke der Luftschicht berechnet. Die gefundenen Werthe von d stimmen bei allen Einfallswinkeln soweit überein, dass die Abweichungen auf Beobachtungsfehler und durch Temperatureinflüsse entstandene Dickenänderungen der Luftschicht geschoben werden müssen. Mithin erleidet auch bei der Reflexion am Quarz die parallel zur Einfallsebene polarisirte Komponente bei den verschiedenen Einfallswinkeln keine Phasenänderung.

Weiter wurden in der Nähe des Haupteinfallswinkels, bei parallel und senkrecht zur Einfallsebene polarisirtem Lichte, Beobachtungen angestellt und wieder d aus Formel 1) berechnet. Solange der Nikol noch eine Spur von parallel der Einfallsebene polarisirtem Lichte hindurchliess, waren nur Streifen in der diesem Lichte entsprechenden Lage sichtbar. Erst wenn allein senkrecht polarisirtes Licht hindurchgelassen wurde, sprangen die Streifen in ihre neue Lage über. Aus den für d erhaltenen Zahlen sieht man, dass auch hier das parallel der Einfallsebene polarisirte Licht keine Phasenänderung erleidet, also die ent-



stehenden Phasendifferenzen in einer Phasenänderung der senkrecht polarisirten Komponente ihren Grund haben. Die Summe $\Delta + \Delta_1$ der Phasenänderungen der letzteren Komponente bei der Reflexion in Luft an Quarz und in Glas an Luft wurde dann entweder nach der Formel:

$$2) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad \Delta + \Delta_1 = m\,\lambda^{\perp} - 2\,d \cos\alpha,$$

wo $\lambda^{\perp}$ die Wellenlänge des Streifens bei senkrecht zur Einfallsebene polarisirtem Lichte bedeutet und d nach der Formel 1) gefunden wird, oder nach der Formel:

$$3) \quad . \; . \; . \quad \Delta + \Delta_1 = m\,\lambda^{\perp} - (m - n)\,\lambda^{\parallel}$$

berechnet. Im letzteren Falle war die Beobachtung so angestellt worden, dass der Abstand eines Streifens im senkrecht zur Einfallsebene polarisirten Lichte von dem nächsten in parallel polarisirtem Lichte gemessen wurde. Es ist dann $n = 0$ oder $n = 1$. Diese Methode hatte den Vorzug, dass Temperatureinflüsse nicht so sorgsam vermieden zu werden brauchten, da mit der Dicke der Luftschicht nur der Ort der Streifen, nicht ihr Abstand sich ändert. Aus diesem Grunde ist der Schraubenapparat überhaupt namentlich zu Messungen der Phasendifferenz geeignet und bietet hierbei noch den Vorzug, dass man die letztere bei jeder beliebigen Wellenlänge messen kann, da man nur die Luftschicht so dick zu machen braucht, dass im senkrecht zur Einfallsebene polarisirten Lichte ein Streifen an dem gewünschten Ort erscheint. Obwohl besondere Versuche in dieser Richtung nicht angestellt sind, lässt sich aus den vorhandenen Daten doch eine geringe Zunahme des Haupteinfallswinkels mit abnehmender Wellenlänge feststellen.

Für den mittleren Haupteinfallswinkel an Glas und Quarz, d. h. den Winkel, für den $(\Delta + \Delta_1)/\lambda^{\perp} = 0{,}5$ ist, erhält Herr Ritter 56° 59′, wenn die optische Axe senkrecht, dagegen 57° 9′, wenn sie parallel zur Einfallsebene steht. Die Differenz beider Winkel beträgt also 10′. Aus Seebeck'schen Formeln und von Rudberg angegebenen Brechungsexponenten berechnete Herr Ritter die Differenz der entsprechenden Haupteinfallswinkel am Quarz zu 16′. Die Uebereinstimmung muss als gute bezeichnet werden, da durch die Einwirkung der Phasenänderung am Glase die gemessene Differenz kleiner ausfallen muss als die berechnete. *E. Br.*

Fernrohre für Sternphotographie.

Von Howard Grubb. *Nature 1889.* ***40.*** *S. 441 u. 645.*

In einem früheren Referate (*1888. S. 328 u. 435*) wurden die Leser dieser Zeitschrift bereits mit den sinnreichen Einrichtungen bekannt gemacht, welche Verfasser an die zur photographischen Aufnahme des Himmels bestimmten Fernrohre anbringen will und die besonders den Zweck haben, das Fernrohr mit der grössten Exaktheit der Bewegung des Himmelsgewölbes folgen zu lassen und etwaige Störungen auf automatischem Wege sofort zu korrigiren. Wir beschränken uns daher hier auf diejenigen Theile der an obiger Stelle gemachten Mittheilungen, welche auf die optischen Einrichtungen der Fernrohre Bezug nehmen.

Nach den auf dem Pariser Astronomenkongress im Jahre 1887 gefassten Beschlüssen sollen die Objektive der zur Himmelsaufnahme dienenden, neu anzufertigenden Fernrohre 33 *cm* Oeffnung und 3,4 *m* Brennweite haben. Letztere gilt für die Spektrallinie *G*, für welche die Objektive auch in Bezug auf chromatische Aberration korrigirt werden sollen.

Man gab auf dem Kongress den Refraktoren vor den Reflektoren den Vorzug, weil sie seither mehr als die letzteren für photographische Zwecke verwendet worden waren und sich dabei gut bewährt hatten. Den nicht unerheblichen Vortheil besitzt allerdings nach dem Verfasser der Refraktor vor dem Reflektor, dass seiner Fokalfläche durch ein sorgfältiges, mit wiederholten Prüfungen verbundenes Nachschleifen des Objektives eine flachere Gestalt gegeben werden kann, was beim Spiegel nicht möglich ist. Je weniger aber die Fokalfläche von einer Ebene abweicht, um so schärfer werden die Bilder auf der photographischen Platte sein, welche nach dem Rande zu liegen, und in um so kürzerer Zeit

kann die Aufgabe, den ganzen Himmel zu photographiren, bewältigt werden, weil grössere Flächen des Himmels auf einmal aufgenommen werden können. Nach dem Beschluss des Pariser Kongresses sollen sich die einzelnen Aufnahmen über vier Quadratgrade erstrecken; die photographischen Platten sollen 12 *cm* im Quadrat haben, so dass ein Grad eines grössten Kreises einer Länge von 6 *cm* auf der Platte entspricht.

Nach dem Rande des Gesichtsfeldes zu nehmen die Sternbilder, abgesehen von der bereits erwähnten Undeutlichkeit, eine etwas verzerrte Form an; entweder werden sie elliptisch oder kreuzförmig oder auch geschwänzt, je nach der Gestalt des Objektives. Bei der Frage nun, welche der drei Formen die noch am besten geeignete ist, um den Lichtschwerpunkt erkennen zu lassen, fällt die Entscheidung zu Gunsten der ersten aus und es sollen daher die Objektive dementsprechend hergestellt werden.

Jenaer Glas für die photographischen Fernrohre zu verwenden, sei deswegen nicht zu empfehlen, wie Verfasser meint, weil seine Haltbarkeit für längere Zeiträume in den verschiedenen Klimaten noch nicht erwiesen sei, auch sei dasselbe bisher noch weniger mit Rücksicht auf die astronomisch-photographischen Zwecke hergestellt worden. Für Beobachtungen mit dem Auge dagegen würde das Jenaer Glas, wenn es gelungen sei, dasselbe in grossen Scheiben darzustellen, alles seither in dieser Beziehung Erreichte bei weitem übertreffen.

Verfasser flicht hier die interessante, ihm von Professor Stokes gemachte Mittheilung ein, dass es möglich sei, ein Objektiv zu konstruiren, welches sich in gleicher Weise für Beobachtung mit dem Auge wie für photographische Zwecke eigne; die beiden Flächen der Kronglaslinse sollen eine verschieden starke Krümmung haben und die schwächer gekrümmte Fläche soll, wenn das Objektiv für Auge-Beobachtungen eingerichtet ist, nach aussen liegen; man hat dann nämlich nur, um das Objektiv für photographische Zwecke brauchbar zu machen, die beiden Linsen etwas von einander zu trennen, wodurch die chromatische Abweichung für einen mehr nach dem Violett zu liegenden Theil des Spektrums aufgehoben wird, während allerdings zugleich die sphärische Aberration beträchtlich zunimmt und die Bilder verschlechtert. Um diesen Fehler zu verbessern, dreht man jetzt die Kronglaslinse um, so dass die stärker konvexe Seite nach aussen zu liegen kommt.

Bei der Prüfung der photographischen Objektive ist es natürlich nicht möglich, sich wie bei der Prüfung gewöhnlicher Objektive auf das Auge zu verlassen, weil bei richtiger Einstellung für photographische Strahlen das Bild dem Auge undeutlich erscheint. Die in der Regel angewandte (Vogel'sche) Methode besteht darin, dass man das Bild eines Sternes auf den Spalt eines Spektroskopes fallen lässt und aus der Breite, in welcher die verschiedenen Partieen des Spektrums im Fernrohr erscheinen, schliesst, für welche Strahlen das Fernrohr gut fokussirt ist. An dieser Stelle muss nämlich das Spektrum offenbar eine unmerkliche Breite haben. Verfasser findet jedoch diese Methode nicht praktisch, weil in Folge der flachen Krümmung der Kurve jene Stelle nicht mit Sicherheit zu bestimmen sei. Er schlägt daher folgende Methode vor: Man bestimmt bei einem Spektroskope von starker Dispersion die Stellung des Beobachtungsrohres für die verschiedenen Spektrallinien. Dann ersetzt man letzteres durch ein Fernrohr grösserer Brennweite, damit die Banden breiter erscheinen, und bringt zugleich an Stelle des Okulars einen kleinen konvexen Spiegel, auf dem man nun von vorn durch einen im Tubus oben eingerissenen Schlitz einen leuchtenden Punkt von homogener Farbe sieht. Zur Beleuchtung des Spektroskopes dient eine kleine elektrische Lampe. Das Spektroskop wird hierauf vor dem zu untersuchenden Objektiv in genügender Entfernung aufgestellt, so dass man den Lichtpunkt auf dem Spiegel durch das Fernrohr erblickt. Die Bestimmung der Brennweite des Objektives macht nunmehr, da man es nur noch mit einfarbigem Lichte zu thun hat, keinerlei Schwierigkeiten. *Kn.*

Elektrischer Wasserstandszeiger der Züricher Telephongesellschaft.

Revue intern. de l'Électr. **9.** *S. 343. (1889).*

Der Wasserstandszeiger der Züricher Telephongesellschaft unterscheidet sich von anderen elektrischen Wasserstandszeigern hauptsächlich durch die Benutzung der Induktions-



ströme zur Signalisirung der Wasserstandshöhe. Der Uebertrager besteht im Wesentlichen aus einer um die horizontal gelagerte Axe drehbaren Trommel, um welche zwei biegsame Metallseile geschlungen sind, das eine als Aufhängung für den Schwimmer, einen hohlen Zink- oder Eisenzylinder (65 bis 75 *cm* Höhe, 15 bis 20 *cm* Durchmesser), das andere als Aufhängung für ein Gegengewicht. Auf der über das eine Lager hinaus verlängerten Trommelaxe sitzt ein Zahnrad; zu beiden Seiten der Trommel und parallel mit deren Axe steht je ein Magnetinduktor, dessen Armaturaxe, an derselben Seite wie die Trommelaxe, ein Zahnrad trägt, um durch Zahnradübersetzung von jener aus angetrieben werden zu können. In das Zahnrad auf der Induktoraxe greift ein gezahnter Kreissektor, der auf einem ungleicharmigen doppelarmigen Hebel festsitzt, so dass der Drehpunkt des Hebels im zugehörigen Kreiszentrum des Sektors liegt; der eine sehr kurze Hebelarm reicht in die Zähne des auf der Trommelaxe sitzenden Rades hinein, der andere lange Hebelarm endet frei und ist mit einem Gewichte belastet. Wenn nun der Wasserspiegel und mit ihm der Schwimmer sinkt, so dreht sich die Trommelaxe und mit ihm das darauf sitzende Zahnrad nach links und erfasst den kurzen Hebelarm des links liegenden Sektors (die Anordnung ist derartig, dass bei der Bewegung der Trommel nach der einen Richtung der eine Hebel, nach der entgegengesetzten Richtung der andere Hebel erfasst wird); das Zahnrad dreht nun den Sektor, bis der Hebelarm losgelassen wird, und zwar so langsam, dass bei dieser Bewegung kein wirksamer Strom von dem Induktor erzeugt wird; sobald der kurze Hebelarm unter dem Zahn fortgeglitten ist, fällt der Sektor in Folge des Gewichtes des langen Hebelarms sehr schnell in seine frühere Lage zurück und setzt dabei das Zahnrad auf der Induktoraxe in schnelle Rotation, wodurch Strom erzeugt und in die zum Empfänger führende Leitung gesandt wird. Bei entgegengesetzt gerichteter Bewegung der Trommel, d. h. beim Steigen des Schwimmers wird der andere Induktor in Bewegung gesetzt. — Der Empfänger besteht aus zwei Elektromagnetspulen, von denen je eine zu einem der Induktoren gehört; jeder der beiden Anker wirkt auf ein Sperrrad, das nach der einen oder nach der anderen Richtung gedreht wird; auf der beiden Sperrrädern gemeinsamen Axe sitzt ein Zeiger, der über einer Skale spielt und durch den Ausschlag nach der einen oder anderen Seite das Steigen und Sinken des Wasserspiegels anzeigt. *B.*

Ueber einen selbthätigen Stromunterbrecher.

Von A. Elsas. *Wiedem. Ann.* ***37.*** *S. 675. (1889).*

Während beim Wagner-Neeff'schen Hammer und ähnlich konstruirten Stromunterbrechern die Transversalschwingungen einer Lamelle oder eines Stabes benutzt werden, um einen elektrischen Stromkreis periodisch zu öffnen und zu schliessen, benutzt Elsas, um eine langsam arbeitende selbthätige Unterbrechung zu erzielen, die unter Anwendung transversal schwingender Stäbe schwer zu erreichen ist, die Torsionsschwingungen eines zwischen zwei festen Punkten horizontal ausgespannten Drahtes, auf welchem die Unterbrechungsvorrichtung befestigt ist. Am besten eignet sich hierzu 1 bis 1,5 *mm* starker Klavierdraht; bei Anwendung eines solchen Drahtes von etwa 30 *cm* Länge erfolgt mit einem Leclanché-Element die Unterbrechung nur 2 bis 3 Mal in der Sekunde. *B.*

Ueber die Aenderung der Lichtgeschwindigkeit in den Metallen mit der Temperatur.

Von Prof. A. Kundt. *Wied. Ann.* ***36.*** *S. 824 (1889).*

Bekanntlich ist es Kundt gelungen, die Lichtbrechungsexponenten einer Anzahl von Metallen zu bestimmen. Er stellte sich (grösstentheils elektrolytisch) Prismen der zu untersuchenden Metalle her, welche so dünn waren, dass sie noch Licht hindurchliessen, und doch einen genügend grossen Winkel bildeten, um eine deutliche Ablenkung zu bewirken. Am Spektrometer wurde dann der Prismenwinkel mit dem Gauss'schen Okular und die Ablenkung in der gewöhnlichen Weise gemessen. In der vorliegenden Abhandlung bespricht Kundt die Abhängigkeit der Brechungsexponenten von der Temperatur. Er hat

gefunden, dass die Brechungsexponenten der Metalle nahe den gleichen Temperaturkoeffizienten 0,0036 haben, welcher mit den Temperaturkoeffizienten des galvanischen Leitungsvermögens übereinstimmt.

Bei allen seinen Versuchen hatte Kundt wegen der Kleinheit der Prismenflächen mit den Schwierigkeiten zu kämpfen, welche das Arbeiten mit engen Strahlenbüscheln mit sich bringt. Besondere Sorgfalt musste darauf verwandt werden, das Okular des Beobachtungsfernrohres genau auf das Spaltbild einzustellen; denn bei sehr schmalen Büscheln erhält man ein vollkommenes Bild, da es durch Beugung verbreitert wird, nie, dagegen ein mässig gutes auch bei merklich falscher Stellung des Okulars. Das von Kundt angewandte Kollimationsverfahren ist daher von einigem Interesse.

Die Glasplatte, welche das Metalldoppelprisma enthielt, wurde bis auf drei Stellen vollständig geschwärzt. Frei blieb erstens der für die Messungen zu benutzende Theil des Prismas und ferner rechts und links davon je ein 5 bis 8 *mm* breiter Raum, von dem jede Spur von Metall entfernt wurde. So wurde die Platte auf das Tischchen des Spektrometers gelegt. Beim Kollimiren wird nun das Prisma dauernd zugedeckt und von den seitlichen Fenstern abwechselnd das eine oder das andere abgeblendet. Man verschiebt dann das Okular des Beobachtungsfernrohrs so lange, bis das Bild genau an derselben, durch Fäden bezeichneten Stelle des Gesichtsfeldes liegt, einerlei ob das Licht durch das rechte oder das linke Fenster geht. Es ist klar, dass bei genügender Aplanasie des Objektivs die Fäden auf diese Weise genau in die Brennebene gestellt werden. *E. Br.*

Ueber die Verwendung von Lissajous'schen Figuren zur Bestimmung der Rotationsgeschwindigkeit und eines Morseempfängers zur Messung der Schwingungsdauer eines Stabes oder einer Stimmgabel.

Von Prof. J. Jones, *Philos. Mag. V.* **27.** *S. 349 (1889).*

An dem einen Ende der (horizontal angenommenen) Axe, deren Rotationsgeschwindigkeit bestimmt werden soll, wird exzentrisch ein Zapfen angebracht. Dieser passt genau in ein Loch, welches sich in der Mitte einer gleichfalls horizontal und rechtwinkelig zur Rotationsaxe liegenden Stange befindet. Das eine Ende der letzteren kann sich frei bewegen, während das andere durch eine Führung zu longitudinaler Bewegung gezwungen wird. Man erkennt, dass das freie Ende dann in einer vertikalen Ebene Schwingungen machen wird, deren Dauer mit derjenigen einer Umdrehung der Axe übereinstimmt. An dem schwingenden Ende sitzt lothrecht zur Stange ein Planspiegel.

Die Schwingungen dieses Spiegels werden nun durch Lissajous'sche Figuren verglichen mit denen eines elektromagnetisch erregten Stahlstabes von 1 *m* Länge und rechtwinkligem Querschnitt (1,51 *cm* zu 0,6 *cm*). Er ist in einem massiven eisernen Rahmen derart befestigt, dass der schwingende Theil behufs Veränderung der Schwingungsdauer länger oder kürzer gemacht werden kann. Dieser Stab, der in horizontaler Ebene schwingend zu denken ist, trägt an dem schwingenden Ende gleichfalls lothrecht zu seiner Richtung einen Spiegel. Hat man die Länge des Stahlstabes so regulirt, dass ihre Schwingungsdauer mit derjenigen der Stange übereinstimmt, so kann man das genaue Zeitverhältniss beider Schwingungen leicht durch Lissajous'sche Figuren bestimmen.

Es bleibt nun übrig, die Schwingungsdauer des Stahlstabes genau anzugeben. Zu diesem Zweck lässt der Verfasser durch die Schwingungen des Stabes noch einen zweiten elektrischen Strom öffnen und schliessen, der durch den Elektromagneten eines Morseempfängers geht. Dann wird bei jeder Schwingung auf dem Papierstreifen ein Punkt entstehen. Lässt man auf dieselbe Weise durch eine Sekundenuhr nach Ablauf jeder Sekunde ein Zeichen auf demselben Papierstreifen machen, so enthält der letztere die zur Bestimmung der Schwingungszahl nöthigen Daten. Bekanntlich sind bei uns bereits seit längerer Zeit für chronographische Zwecke eingerichtete Morseempfänger in Gebrauch.

Die Genauigkeit der Methode ist, wie der Verfasser gefunden hat, dadurch beschränkt, dass die Schwingungsdauer des Stahlstabes nicht über 0,001 hinaus konstant ist.

E. Br.



Refraktometer von Dupré. Ein Apparat zur Bestimmung der Brechungsindizes von Flüssigkeiten und Gasen.

Von Ph. Pellin. *Journ. de Phys. II. 8. S. 411 (1889).*

Der Apparat ist im Wesentlichen nichts anderes als ein vereinfachtes Spektrometer mit feststehendem Kollimator und beweglichem Fernrohr. Die Methode der Messung ist die, dass die Flüssigkeit in ein Hohlprisma gefüllt wird, welches auf der einen Seite durch ein Glasprisma von genau dem gleichen brechenden Winkel theilweise kompensirt ist. Die Beobachtung geschieht dann in der Weise, dass man das Licht aus demjenigen dieser beiden Prismen, welches den kleineren Index hat, normal aus- bezw. eintreten lässt. Das Spektrometertischchen ist so konstruirt, dass diese Bedingung ohne Hilfsbeobachtungen von selbst, d. h. mechanisch, erfüllt ist. Eine Rechnung, die nicht ganz so einfach ist wie die bei der Fraunhofer'schen oder ähnlichen Methoden, die man sich aber durch ein für alle Mal berechnete Tabellen und Kurven wesentlich erleichtern kann, ergiebt dann den Index der Flüssigkeit im Hohlprisma, wenn der brechende Winkel dieses und des Glasprismas sowie der Index des letzteren gegeben ist.

Ein Vortheil dieser Methode liegt darin, dass man statt eines vollen Kreises am Spektrometer nur etwa einen Sextanten braucht. Im Uebrigen soll dieselbe gar nicht die äusserste Präzision besitzen, sondern nur die vierte Dezimale des Index ergeben. In einen Vergleich der vorliegenden Methode mit den für solche Zwecke so geeigneten (doch auch in Frankreich durch namhafte Forscher mit ausgebildeten und vertretenen), der Totalreflexion, geht der Verfasser nicht ein. Ein wesentlicher Vorzug der letzteren besteht jedenfalls darin, dass sie bei gleichen instrumentellen Ansprüchen unvergleichlich geringerer Flüssigkeitsmengen zur Bestimmung von deren Index bedürfen. *Cz.*

Neu erschienene Bücher.

E. Gerland. Beiträge zur Geschichte der Physik. Verzeichniss der bis auf unsere Zeit erhaltenen Originalapparate. Theil II. Halle (Leopoldina) 1889. M. 0,50.

E. Kittler, Handbuch der Elektrotechnik. 2. Band. 1. Hälfte. Stuttgart 1889. M. 10,00.

A. Winkelmann, Handbuch der Physik. Herausgegeben unter Mitwirkuug von F. Auerbach, F. Braun, S. Czapski, K. Exner u. A. Breslau 1889. 3 Bde. in 15 Lieferungen à M. 3,60.

J. Duplessie. Traité de Nivellement, comprenant les principes généraux, la description et l'usage des instruments. Paris 1889. M. 4,50.

L. Fiedler. Die Zeittelegraphen und die elektrischen Uhren vom praktischen Standpunkte. Wien 1890. M. 3,00.

Société française de physique. Mémoires sur le pendule. Introduction historique. Bibliographie. Mémoires. Paris 1889. M. 10,50.

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 21. Januar 1890. Vorsitzender: Herr Haensch.

Auf Antrag des Vorstandes werden die bisherigen Mitglieder der Gesellschaft, die Herren Geh. Regierungsrath Prof. Dr. Foerster, Direktor Dr. Loewenherz und Dr. Westphal durch Zuruf zu Ehrenmitgliedern ernannt.

Herr Dr. Lummer ist verhindert, die auf ihn gefallene Wahl als Beisitzer im Vorstande anzunehmen; an seine Stelle wird Herr Dr. Westphal gewählt.



Herr Handke berichtet kurz über die Sitzungen der Kommission zur Berathung der Lehrlings- und Gehilfenfrage, welche am 28. und 29. Dezember v. J. zu Jena abgehalten worden sind. Das ausführliche Protokoll derselben wird, wie Herr Direktor Loewenherz mittheilt, vom Vorsitzenden der Kommission, Herrn Prof. Abbe, in dieser Zeitschrift demnächst veröffentlicht werden.

Herr Baumann macht Mittheilungen über den Neudruck der Mitgliederliste und bittet die Mitglieder, den Vorstand hierbei zu unterstützen, insbesondere die demnächst zur Versendung gelangenden Fragebogen sorgfältig auszufüllen. Der Neudruck wird beschlossen, soll jedoch auf Vorschlag des Vorsitzenden noch kurze Zeit verschoben werden.

Zu Schiedsrichtern für das in den Lehrverträgen vorgesehene Schiedsgericht, welches neuerdings nach längerer Pause angerufen ist, wurden die Herren v. Liechtenstein und Handke gewählt.

Herr Direktor Dr. Loewenherz berichtet kurz über den derzeitigen Stand der Schrauben-Frage; es ist in Aussicht genommen, im Sommer d. J. eine Sitzung der Kommission in Frankfurt a. M. abzuhalten.

Die Frage, welche Erfahrungen aus der Praxis über die in *dieser Zeitschr. 1884. S. 244* beschriebene Radialkluppe von Wanke vorliegen, wird dahin beantwortet, dass die Kluppe in den Werkstätten von Bamberg und Fuess in den Händen besonders damit vertrauter Arbeiter sich gut bewähre.

Als Bezugsquelle für vernickelte Charniere und Schlösser für feine Kästchen werden Werder in Nürnberg und Krüger in Berlin, Prinzenstrasse genannt.

Sitzung vom 4. Februar 1890. Vorsitzender: Herr Haensch, später Herr Stückrath.

Herr Haensch führt das Spektralphotometer nach Prof. A. Koenig vor und bespricht die Einrichtung desselben. Das Instrument wird demnächst beschrieben werden.

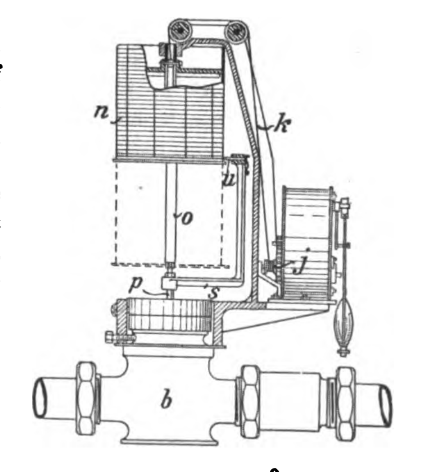
Herr Dr. Wellmann führt das von ihm konstruirte Doppelfaden-Mikrometer vor und erläutert dessen Anwendung sowohl für astronomische als für mikroskopische Messungszwecke. Eine nähere Beschreibung des Instrumentes werden die Leser im nächsten Hefte finden. Der Schriftführer: *Blankenburg.*

In den Vereinsbericht des vorigen Heftes hat sich ein Druckfehler eingeschlichen; es muss S. 73, Z. 23 v. u. heissen: .... die auswärtigen **15** Mark .... statt: **10** Mark.

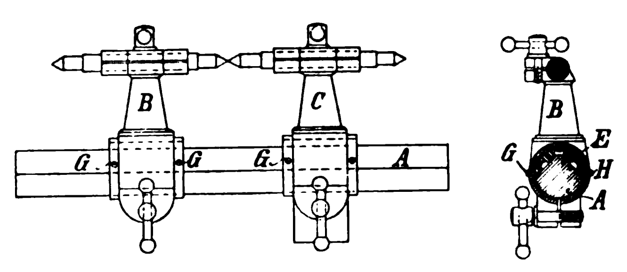
Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Selbthätiges Registrirwerk an Flüssigkeitsmessern. Von H. H. Sporton und E. White in Enfield, County of Middlesex, England. Nr. 48432 vom 30. März 1889.



Durch dieses Registrirwerk werden die durch den Flüssigkeitsmesser bei *b* in bestimmten Zeiträumen strömenden Flüssigkeitsmengen mittels eines durch den Halter *s* mit der Zeigerwelle *p* in Verbindung stehenden Bleistiftes *u* auf einer mit dem Diagrammpapier bespannten Trommel *n*, welche durch ein Uhrwerk gleichmässig auf der Längsaxe *o* verschoben wird, registrirt. Die Trommel *n* ist an einer Schnur *k* aufgehängt, deren Ende um eine von dem Uhrwerk in Drehung versetzte Trommel *j* derart gewickelt ist, dass das Gewicht der Trommel durch die Schnur *k* treibend auf das Uhrwerk wirkt.



Präzisions-Drehstuhl für Uhrmacher. Von J. Leinen in Esslingen. Nr. 48236 vom 5. Dezember 1888.

Durch Einlagen E und Stellschrauben G und H können die auf der mit einer runden Basis und zwei ebenen Gleitflächen versehenen Führungsstange A verschiebbaren Theile B und C genau auf Spitzenhöhe eingestellt werden.

Selbthätiger Nivellirapparat. Von A. E. D. F. de Villepigne in Paris. Nr. 48451 vom 1. Januar 1889.

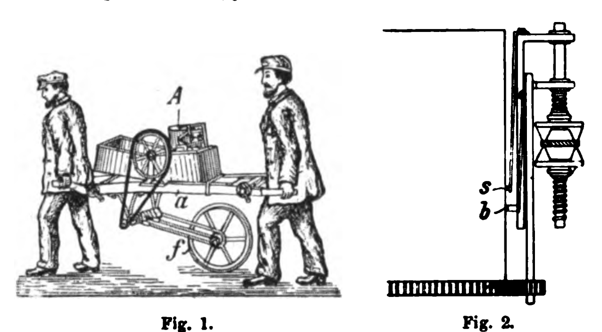


Fig. 1. Fig. 2.

Die Aufzeichnung erfolgt mittels zweier Stifte b und s auf der Trommel A (Fig. 2 u. 3), von welchen der erstere unbeweglich angeordnet ist und die Horizontale aufreisst, während der zweite Stift an einem beweglichen Arm sitzt und die Bodenerhebungen bezw. Senkungen in ihrer relativen Grösse zu der betreffenden Horizontalen aufzeichnet. Das mit der Trage a (Fig. 1) verbundene Laufrad f setzt durch ein Ketten-, Schnecken- und Zahnradgetriebe die mit Papier bespannte Trommel A in Drehung. Der Stift s wird durch die Wirkung einer den Unebenheiten des Bodens entprechend sich hebenden bezw. senkenden Zahnstange r (Fig. 3) durch Vermittlung eines Sektors, eines Hebelwerks und Wechselgetriebes senkrecht zu der von dem Stift b gezeichneten Horizontalen hin und her verschoben.

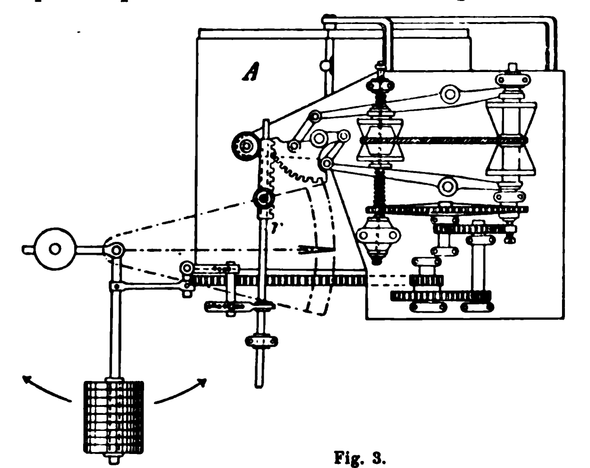
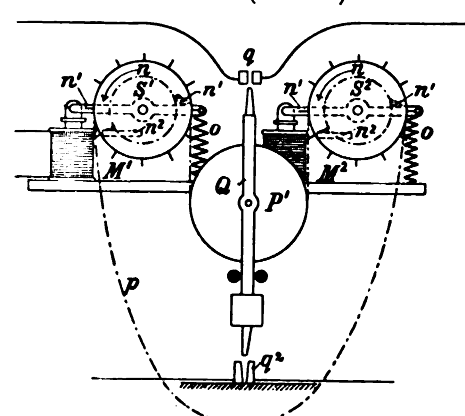


Fig. 3.

Vorrichtung zur Verhütung der Ueberladung und Ueberentladung von elektrischen Akkumulatoren in elektrischen Vertheilungsanlagen. Von H. Edmunds in London. Nr. 48462 vom 9. Mai 1888.

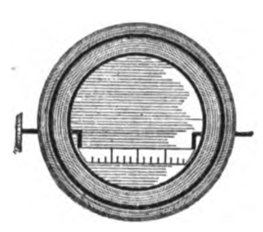
Durch ein Uhrwerk oder einen anderen geeigneten Mechanismus wird in regelmässigen Zwischenräumen, und zwar gleichzeitig je in den Ladestromkreis und in den Entlade- (Arbeits-) Stromkreis, ein Solenoid M^1 bezw. M^2 eingeschaltet. Durch diese und das Schaltwerk $n\, n^1\, n^2\, o$ werden zwei Kettenräder $S^1\, S^2$, über welchen eine endlose Kette p hängt, in gleicher Drehrichtung bewegt. In der oberen Schleife dieser Kette hängt eine Gewichtsrolle P^1. Diese verbleibt in ihrer Mittellage, so lange bei normalem Stromverhältnisse in den beiden Stromkreisen die Kettenräder $S^1\, S^2$ in gleichen Zeiträumen gleiche Wege zurücklegen, erleidet jedoch eine Verschiebung nach unten oder oben, wenn die Stromwirkung in dem einen Stromkreise überwiegt, weil dann das betreffende Kettenrad eine grössere Bewegung als das andere ausführt. Je nach den Stromverhältnissen wird hierbei durch die von der Rolle P^1 getragene Kontaktstange Q bei q oder q^2 Kontakt hergestellt, und hierdurch entweder ein Nebenschluss zu dem betreffenden Stromkreis geschlossen, oder es werden in letzteren entsprechende Widerstände eingeschaltet, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist.



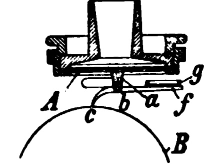
Entfernungsmesser. Von C. R. van Son in Wien. Nr. 48415 vom 10. August 1888.



Bei diesem Entfernungsmesser ist hinter dem Objektiv eines Fernrohres, Feldstechers und dergl. eine Skale angebracht, welche zugleich mit dem beobachteten Gegenstande sichtbar wird, sobald das Instrument sich in einer durch die Länge der Tragschnur bestimmten Entfernung vom Auge befindet. Durch Vergleichung des Gegenstandes mit der Skale kann alsdann die Entfernung desselben geschätzt werden. Bei der in der Figur dargestellten, besonderen Anordnung der Skale lässt sich letztere nach dem Gebrauch aus dem Gesichtsfelde drehen.



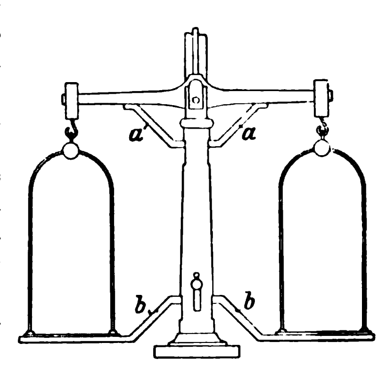
Einrichtung, im Phonographen Unregelmässigkeiten der Phonogrammoberfläche für die Lauteschreibung und Lauteabsprechung unschädlich zu machen. Von Th. A. Edison in Llewellyn Park, Grafschaft Essex, New-Jersey, V. St. A. Nr. 48667 vom 17. Nov. 1888.

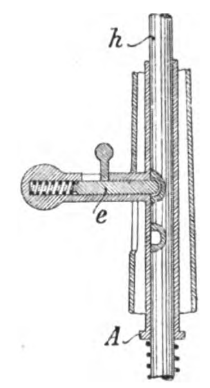


Im Zentrum des Diaphragma *A* ist ein Stückchen Kork *a* und an diesem eine kleine Platte mit Ansätzen *b* befestigt, in denen die abtastende Spitze *c* drehbar gelagert ist. An der Verlängerung des die Spitze tragenden Armes sind zwei dünne metallene Seitenarme *f* angelöthet, welche ein dünnes, eine Flügelbremse *g* bildendes Stückchen Glimmer halten. Gleitet nun die Spitze über eine Unregelmässigkeit der Phonogrammoberfläche *B*, so dreht sich der die Spitze tragende Hebel um seine Axe und nimmt so die Unregelmässigkeit der Bewegung auf, ohne sie dem Korkstückchen bezw. dem Diaphragma mitzutheilen.

Balken- und Schalenunterstützung bei Waagen. Von L. Reimann in Berlin. Nr. 48626 vom 23. März 1889.

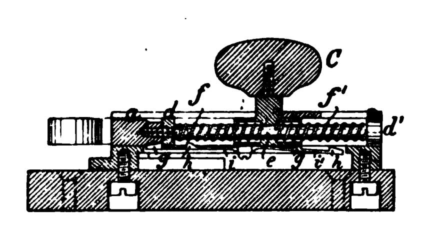
Die zur Schonung der Waage bestimmte, während des Nichtgebrauchs der letzteren anzuwendende Balken- und Schalenunterstützung besteht aus einem mit Armen *a* für den Balken und Armen *b* für die Schalen verbundenen Führungsrohr *A*, welches über einer festen Stange *h* federnd verschiebbar ist und einen quer zu seiner Axe beweglichen, in Aussparungen der Stange *h* eingreifenden federnden Stift *e* trägt, durch welchen das Rohr *A* sich lösen und hemmen lässt.

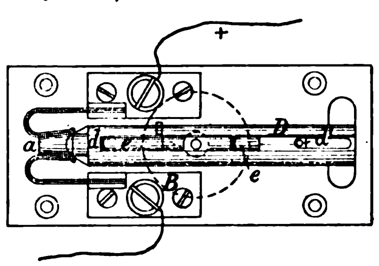




Momentschaltvorrichtung. Von F. Zöpke in Berlin. Nr. 47975 vom 12. Januar 1889.

Diese Schaltvorrichtung besteht aus einer Handhabe *C*, welche auf einer Stange *e*, die an einem Ende das Kontaktstück *a* und eine Sperrscheibe *d* und an dem anderen Ende eine zweite Sperrscheibe *d'* trägt, unter dem Drucke zweier Federn *f* und *f'* in der Art verschiebbar ange-

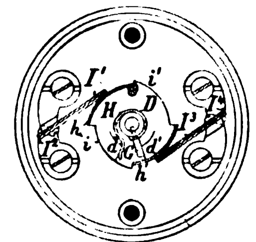


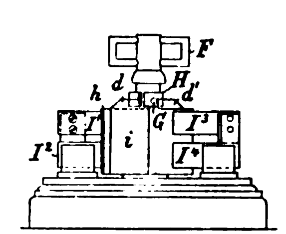


ordnet ist, dass beim Verschieben des Knopfes *C* nach der einen oder anderen Richtung hin zuerst eine Arretirvorrichtung *g h i* oder *g h i'* der in der Bewegungsrichtung liegenden Sperrscheibe ausgelöst wird, bevor die angespannte Feder das Kontaktstück vor- oder zurückschnellt. Dadurch wird das Kontaktstück *a* in den Zwischenraum zwischen zwei gebogenen federnden Streifen hineingedrückt oder aus demselben plötzlich herausgezogen, wodurch eine momentane sichere Verbindung zwischen der nach der Batterie führenden Klemme *B* und der den mit + bezeichneten Stromleiter

enthaltenden Klemme hergestellt oder diese Verbindung momentan gelöst wird. Die Stange *e* bewegt sich innerhalb des mit entsprechenden Schlitzen für das Durchtreten des Knopfes *C* versehenen Rohres *D*.

Neuerung an elektrischen Ausschaltern. Von S. Bergmann in New-York. Nr. 47956 vom 23. Juni 1888.





Die Neuerung hat den Zweck, bei Trommelausschaltern für einen oder mehrere Stromkreise ein von der Schnelligkeit der Handbewegung unabhängiges plötzliches Umschalten zu bewirken. Mit dem Schaft des Schlüssels *F* ist eine Feder *H* und ein Stift *G* fest verbunden, von denen sich erstere im Ruhezustande an einen Vorsprung *d* und letzterer an einen Vorsprung *d'* der um den Schaft lose drehbaren Trommel *D* legt. Wird der Schlüssel *F* gedreht, so wird zunächst nur die Feder *H* gespannt, bis sich Stift *G* gegen dieselbe legt und nun die Trommel *D* mit herumnimmt. Schnappen die Bürsten $J^1 J^2$ und $J^3 J^4$ von den zahnartigen Vorsprüngen *h h'* bezw. *i i'* der Trommel ab, so vermindert sich die Reibung zwischen den Bürsten und der Trommel und die Feder *H* schnellt nun, indem sie sich ausdehnt, die Trommel plötzlich vorwärts.

Apparat zur Messung der elektrischen Energie bei gleichgerichteten sowohl als bei Wechselströmen. Von L. Brillié in Paris. Nr. 47955 vom 10. Juni 1888.

Der Apparat, welcher zur Klasse der Watt-Stundenmesser gehört, beruht auf der Anwendung eines Drehungs-Elektrodynamometers und dient zum Messen des Drehungswinkels der Feder des Elektrodynamometers in gewissen Zeitintervallen. Der Apparat besteht aus einem Drehungs-Elektrodynamometer, auf welches das Produkt von *E* und *J* (elektromotorischer Kraft und Intensität) einwirkt, einem Uhrwerk, welches in Zeiträumen von 36 Stunden die Messung veranlasst, einem Elektromotor, welcher bei jeder Messung das Uhrwerk wieder aufzieht, langsam die Feder des Elektrodynamometers spannt, bis unter ihrer Einwirkung die bewegliche Spule desselben sich verschiebt und sie darauf in die Anfangsstellung zurückführt, einem Apparat zum Reguliren der verschiedenen Bewegungen und einem Zählwerk, welches die Summe der Produkte von *E* und *J* registrirt, indem es im Verhältniss zum Drehungswinkel der Axe des Elektrodynamometers bei jeder Messung vorwärtsrückt.

Neuerung an Gasbatterien. Von L. Mond in Northwich, Grafschaft Lancaster und C. Langer in South Hampstead, Grafschaft Middlesex, England. Nr. 48829 vom 28. November 1888.

Das Patent schützt ein Verfahren, um mittels Gasbatterien, bei denen der chemische Vorgang im Zersetzen und Neubilden des Elektrolyten und in der dadurch bewirkten chemischen Vereinigung der angewendeten Gase besteht, einen andauernden konstanten Strom zu erzeugen. Besteht der Elektrolyt z. B. aus verdünnter Schwefelsäure und sind die anzuwendenden Gase Wasserstoff und Sauerstoff, so wird die Schwefelsäure durch den Strom in H_2 und SO_4 gespalten. Auf der dem Sauerstoff ausgesetzten Elektrode vereinigt sich der Sauerstoff mit dem daselbst abgeschiedenen Wasserstoff in Folge der Kontaktwirkung des Absorptionsmaterials unter Bildung von Wasser; auf der dem Wasserstoff ausgesetzten Elektrode scheidet sich SO_4 ab und vereinigt sich mit dem daselbst im Absorptionsmaterial kondensirten Wasserstoff unter Bildung von Schwefelsäure. Die Schwefelsäure wird also gleichsam kontinuirlich gegen die Wasserstoffelektrode und das Wasser nach der Sauerstoffelektrode hin fortbewegt, wodurch sich allmälig an den beiden Elektroden Konzentrationsverschiedenheiten, die eine wachsende Abnahme der elektromotorischen Kraft der Elemente zur Folge haben, im Elektrolyten einstellen. Durch einen von Zeit zu Zeit bewirkten Austausch der Gase kann nun der an der einen Elektrode konzentrirter angehäufte Elektrolyt nach der anderen Elektrode zurückgeführt und hierdurch dieser Uebelstand vermieden werden.

Fragekasten.

Die geodätische Sammlung in Prag besitzt eine Reihe von sehr schön ausgeführten Proportionalzirkeln, etwa 23 Stück, die von einem Meister Dietrich herrühren und die Inschrift tragen: *J. Dietrich, Vinopoli fecit 1611.* Kann jemand etwas Näheres über diesen Meister mittheilen?

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

X. Jahrgang. **April 1890.** Viertes Heft.

Ein Kompensationsapparat für Spannungsmessung.

Von

Dr. **K. Feussner** in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Die in der Technik gewöhnlich angewandten elektrischen Strom- und Spannungsmesser pflegen in der Genauigkeit ihrer Angaben nicht viel über 1% hinaus zu gehen. Sie erfordern dabei für den eigenen Betrieb einen Aufwand von etwa 1 bis 10 *Watt* an elektrischer Arbeit, welche von der Stromquelle, an der die Messung vorgenommen werden soll, geleistet werden muss. Wenn nun eine grössere Genauigkeit verlangt wird, oder der Stromquelle während der Messung keine oder nur eine geringe elektrische Arbeit entnommen werden darf, muss man zu feineren Messwerkzeugen greifen. Es kommen dann vorzugsweise in Betracht das Torsionsgalvanometer, das Torsionsdynamometer, geaichte Galvanometer, Stromwaagen oder die Tangentenbussole, — alle diese Apparate in der Regel in Verbindung mit Widerständen und Widerstandsverzweigungen, welche sich der Beobachter erst den jedesmaligen Bedürfnissen entsprechend herrichten muss. Der letztere Umstand ruft auf der einen Seite leicht Schwierigkeiten und Ungenauigkeiten hervor, auf der anderen Seite sind alle die genannten Apparate vielfach dauernden Veränderungen ihrer Konstanten und vorübergehenden, von der Umgebung veranlassten Störungen unterworfen. Aus diesem Grunde können jene Apparate auch nicht zur amtlichen Beglaubigung durch die Reichsanstalt zugelassen werden. Von Messgeräthen für feinere Beobachtungen sind zur Zeit nur Widerstände und Normalelemente zur Beglaubigung zugelassen. Durch eine geeignete Vereinigung dieser beiden Arten von Messgeräthen können jedoch sowohl Spannungen als Stromstärken jeden Betrages mit einer für alle gewerblichen Zwecke vollkommen ausreichenden Genauigkeit (Fehler kleiner als 0,001 des Werthes) gemessen werden. Das dabei am besten anzuwendende Verfahren ist die sogenannte Kompensationsmethode. Im Folgenden soll nun ein Kompensationsapparat beschrieben werden, welcher die erforderlichen Widerstandssätze und Schaltvorrichtungen enthält und die Rechnungen möglichst verringert. Bei der zuerst zu beschreibenden einfacheren Form desselben ist noch eine kleine Rechnung nöthig, bei Anwendung des später zu erwähnenden erweiterten Apparates kann man dagegen so vorgehen, dass das Ergebniss unmittelbar am Apparate abzulesen ist. Dieser Umstand ist namentlich bei dem Gebrauche in gewerblichen Arbeitsstätten, wo in der Regel eine grosse Zahl ähnlicher Messungen vorzunehmen ist, von erheblicher Wichtigkeit.

Die Figuren 1 und 2 (a. f. S.) geben in einem Drittel der wirklichen Grösse die Arbeitszeichnung für den einfachen Kompensationsapparat wieder, nach welcher ein solches Instrument in der mechanischen Werkstätte des Herrn O. Wolff in Berlin für die

Physikalisch-Technische Reichsanstalt angefertigt worden ist. Die Schaltung ist in Fig. 3 (S. 116) schematisch dargestellt; die dort von der gestrichelten Linie umschlossenen Theile sind in dem Apparate enthalten, die ausserhalb des gestrichelten Rechtecks angedeuteten sind demselben noch besonders hinzuzufügen. Von letzteren stellt G ein empfindliches Galvanometer dar, wie es zu Widerstandsmessungen nach dem Wheatstone'schen Verfahren benutzt zu werden pflegt, E eine kräftige Hilfsbatterie (am besten von Akkumulatoren) und A, wenn Stromstärken zu messen sind, einen von dem zu messenden Strome durchflossenen Abzweigungswiderstand, dagegen, wenn es sich um Spannungsmessungen handelt, die zu ermittelnde elektromotorische Kraft. In dem Apparate befinden sich zunächst vier hintereinander geschaltete Widerstände, beziehungsweise Widerstandssätze, welche in Fig. 3 mit W_1, W_2, W_3 und W_4 bezeichnet sind und einen während des Versuches dauernd geschlossenen Stromkreis für die Batterie E bilden. Dieser Stromkreis soll im Folgenden Hauptstromkreis genannt werden. W_1 ist ein Einzelwiderstand von 90 050 *Ohm*, W_2 ein Kurbelwiderstand mit 9 Abtheilungen von je 1000 *Ohm*, W_3 ein Stöpselrheostat von 0,1 *Ohm* bis 50 *Ohm*, endlich W_4 ein Kurbelwiderstand mit 9 Abtheilungen von je 100 *Ohm*. Von den Kurbelwiderständen sind alle 9 Abtheilungen dauernd in den Hauptstromkreis eingeschaltet. Die Kurbeln haben den Zweck, mehr oder weniger von diesen Abtheilungen einem Nebenzweige einzufügen. Von dem Stöpselrheostat W_3 sind dagegen immer nur soviel Rollen eingeschaltet, als gerade Stöpsel gezogen sind. Der Widerstand des Hauptstromkreises soll zur Vereinfachung der Rechnung ungeändert bleiben, er liegt bei der angeführten Schaltung, wie man sieht, immer zwischen 99 950 und 100 050 *Ohm*. Da aber die Genauigkeit der Messung mit Normalelementen nicht über ein halbes Tausendstel hinausgeht, kann man ohne merklichen Fehler für den Widerstand des Hauptkreises (ausschliesslich der Batterie) immer 100 000 *Ohm* setzen. Mittels der Kurbeln k_1 und k_2 ist ferner ein Nebenzweig, welcher das Galvanometer G, ein Clark'sches Normalelement Cl und

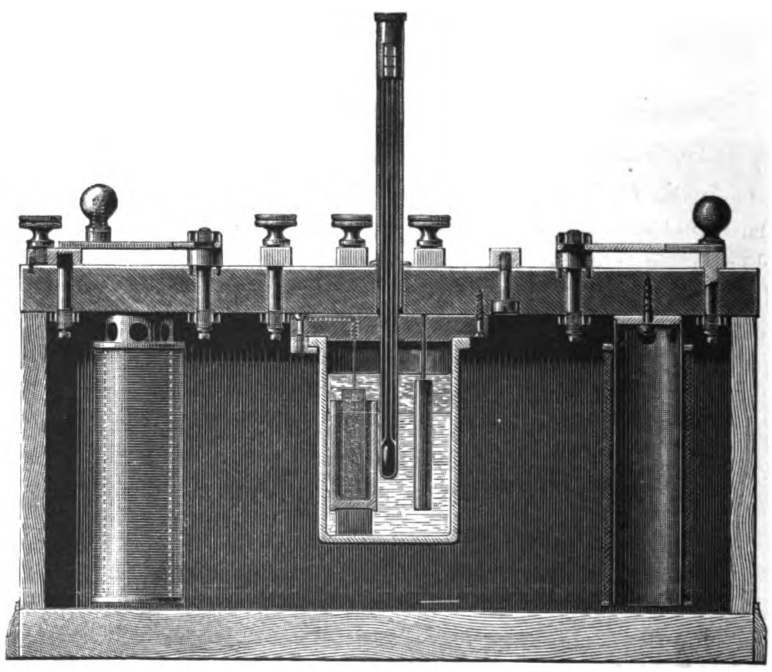


Fig. 1.

einen Ballastwiderstand von 100 000 *Ohm* enthält, an den Hauptkreis angelegt. Das Normalelement[1]) ist dem von dem Hauptkreis aus in die Nebenleitung gesandten Strome entgegengeschaltet. Ausserdem befindet sich in dem Nebenzweige noch eine Kurbel k_3, mittels deren dieser Kreis entweder unterbrochen oder durch den Ballastwiderstand oder ohne diesen geschlossen werden kann; endlich liegt im Nebenzweige noch ein zweipoliger Umschalter, welcher erlaubt, an Stelle des Clark-Elements eine mit diesem zu vergleichende elektromotorische Kraft A in den Nebenzweig hinein zu verlegen.

Das Verfahren für Spannungsmessungen kann nun ein doppeltes sein. Entweder nimmt man die zu messende Spannung in den Hauptkreis an die Stelle von E und vergleicht sie unmittelbar mit dem Normalelement, oder man schaltet sie in den Nebenzweig bei A ein und setzt nach E eine wenig polarisirbare Hilfsbatterie von ziemlich hoher elektromotorischer Kraft, welche als Zwischenglied bei der Vergleichung dient.

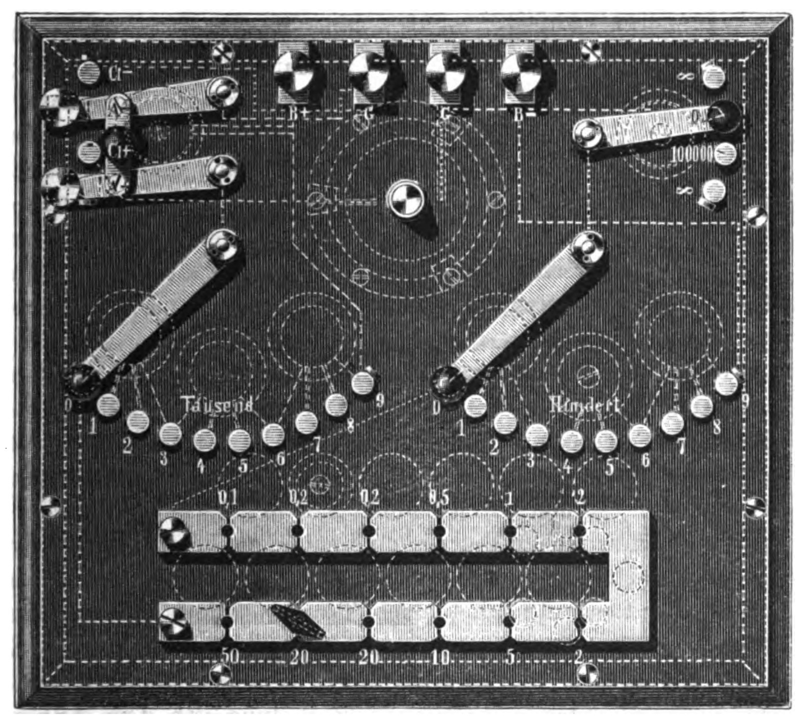


Fig. 2.

Die Spannungen, auf welche sich der Apparat mit einer Genauigkeit der Messung von einem Tausendstel anwenden lässt, können sich bei der ersten Schaltung zwischen 14 und 1400 *Volt*, bei der zweiten zwischen 0,014 und 140 *Volt* bewegen. Für den letzteren Fall muss eine Hilfsbatterie von dem zehnfachen Betrage der zu messenden Spannung, jedoch wenigstens von 14 *Volt* zur Verfügung stehen. Ist eine solche nicht zu haben, so kann man sich auch einer Batterie bedienen, welche nur wenig stärker als die zu messende Spannung ist, wenn man sie unter Aus-

[1]) Die Konstruktion des Normalelementes weicht von der gebräuchlichen etwas ab. Eine Beschreibung derselben wird demnächst besonders mitgetheilt werden.

schluss des Widerstandes W_1 bei F gleich an W_2 anlegt. Man muss dann aber darauf verzichten, die Aenderungen im Stöpselrheostat W_3 gegen den Widerstand des Hauptkreises vernachlässigen zu dürfen. Die Rechnung gestaltet sich in Folge dessen nicht ganz so einfach. Es ist noch zu beachten, dass bei der Einschaltung der zu messenden Stromquelle in den Hauptkreis dieselbe den Strom für einen Schliessungsbogen von 100 000 *Ohm* zu liefern hat. Polarisirbare Batterien darf man daher nach dieser Schaltung nicht auf elektromotorische Kraft prüfen wollen. Auch Meidinger-Elemente, beispielsweise von der gebräuchlichen Grösse, erfahren durch einen Nebenschluss von 100 000 *Ohm* im Verlauf von einer Stunde eine merkliche Polarisation. Man muss deshalb darauf bedacht sein, auch sogenannte konstante Batterien, wenn es sich um die Bestimmung der Spannung der offenen Elemente handelt, bei der Messung mit der ersten Schaltung immer nur so kurz als möglich geschlossen zu lassen. Bei Akkumulatoren ist eine solche Vorsicht nicht erforderlich, sie sind darum auch als Hilfsbatterie in erster Linie zu empfehlen. Besitzt die Batterie E eine 200 *Volt* übersteigende Spannung, so darf sie in Rücksicht auf die Erwärmung des Widerstandes W_1 immer nur kurze Zeit geschlossen werden.

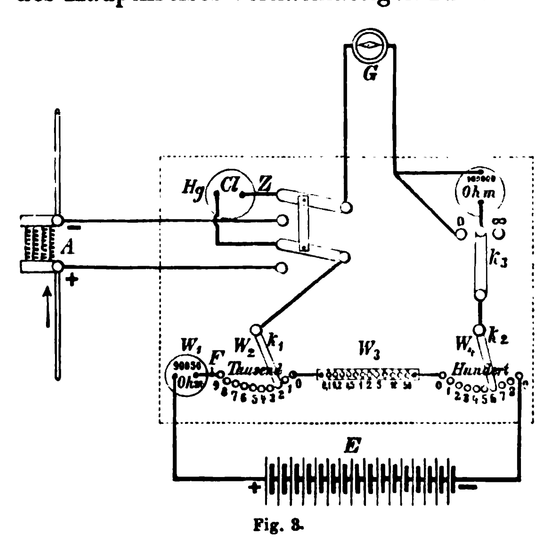


Fig. 3.

Sind Stromstärken zu bestimmen, so misst man die Spannung an den Klemmen eines bei A in den Nebenzweig eingeschalteten Widerstandes, welcher von dem zu messenden Strome durchflossen ist. Den Widerstand kann man leicht so wählen, dass seine Klemmspannung eine passende Grössenordnung erhält. Im Allgemeinen wird man dieselbe etwa gleich 1 *Volt* machen, also dem Abzweigungswiderstand in *Ohm* ungefähr den reziproken numerischen Betrag von demjenigen Werthe geben, welchen die zu messende Stromstärke in *Ampere* besitzt. Die Widerstände wird man selbstverständlich aus einer Legirung mit kleinem Temperaturkoeffizienten (Patentnickel oder Mangankupfer) herstellen und für gute Kühlung Sorge tragen. Kupferseile sind unter allen Umständen zu vermeiden. Da bei dem hier beschriebenen Verfahren die an den Widerstand angelegte Zweigleitung von dem Augenblicke an, wo die Kompensation hergestellt ist, stromlos wird, ist die gesuchte Stromstärke genau gleich der beobachteten Spannung, dividirt durch den Betrag des Abzweigungswiderstandes. Man hat hier also den Vortheil, die gebräuchlichen Messwiderstände, welche nach Potenzen von 10 fortschreiten, als Abzweigungswiderstände benutzen zu können, ohne lästige Umrechnungen nöthig zu haben. Die im diesjährigen Januarhefte dieser Zeitschrift S. 6 beschriebenen Normalwiderstände sind in gleichem Maasse wie zu den Widerstandsvergleichungen auch zur Strommessung nach dem Kompensationsverfahren geeignet. Die Reihe von 1 bis 10 000 *Ohm* passt für Ströme von 1 bis 0,0001 *Ampere.* Für stärkere Ströme, auf deren Messung es der Technik vorzüglich ankommt, sind Widerstände von kleinerem Betrage erforderlich. Derartige Widerstände sind bisher noch wenig angewandt worden. Bei der Konstruktion derselben ist auf eine grössere Wärmeentwicklung Rücksicht zu

nehmen. Man kann die letztere zwar verringern, wenn man sich mit einer niedrigeren Klemmspannung als 1 *Volt* begnügt, — in Rücksicht auf die Genauigkeit der Messung kann man mit derselben, sofern ein empfindliches Galvanometer als Stromzeiger benutzt wird, recht gut auf 0,1 bis 0,01 *Volt* hinunter gehen, doch gelangt man dann bald zu so kleinen Widerstandswerthen, dass die kupfernen Zuleitungen ein unbequem grosses Gewicht erhalten müssen, wenn sie nicht einen merklichen Theil des Gesammtwiderstandes ausmachen sollen. Darum ist bei den von der Reichsanstalt hergestellten Widerständen für Beträge unter 1 *Ohm* ein Mittelweg eingeschlagen worden. Die erste Grösse im Betrage von 0,1 *Ohm* kann ohne merkliche Erwärmung bis etwa 10 *Ampere* gebraucht werden, die zweite im Betrage von 0,01 *Ohm* bis etwa 40 *Ampere*, die dritte, in grösseren Abmessungen gehaltene und mit Kühlschlange versehene, im Betrage von 0,001 *Ohm*, kann bis zu 300 *Ampere*, die vierte im Betrage von 0,0001 *Ohm* bis zu 1000 *Ampere* gebraucht werden. Eine genauere Beschreibung dieser Widerstände wird demnächst erfolgen.

Bei der Ausführung der Messungen mit dem Kompensationsapparat verfährt man nun in der folgenden Weise. Sind Spannungen in einem Betrage von mehr als 14 *Volt* zu messen, z. B. die Angaben eines Spannungsmessers für Glühlichtanlagen zu prüfen, so schaltet man die zu messende Spannung am besten in den Hauptstromkreis des Apparates ein. Man führt zu diesem Zweck von der positiven Lichtleitung einen Draht nach der mit $B+$, von der negativen nach der mit $B-$ bezeichneten Klemme des Apparates (Fig. 2), ebenso von dem Galvanometer zwei Drähte nach den mit GG bezeichneten Klemmen und rückt den zweipoligen Umschalter auf die Kontakte $Cl+$ und $Cl-$. Den Hebel k_3 führt man sodann von seinem Ruhepunkte ∞ nach dem mit 100 000 bezeichneten, bringt das Galvanometer, welches bei dem hierdurch bewirkten Schluss des Nebenstromkreises einen Ausschlag zeigen wird, durch Verschieben der Kurbeln k_1 und k_2 annähernd auf die Ruhelage zurück, rückt den Hebel k_3 auf den Kontakt o und bringt den von Neuem hervortretenden Galvanometerausschlag durch Reguliren an dem Stöpselrheostat W_3 zum Verschwinden. Bezeichnet man den zwischen den Kurbeln k_1 und k_2 im Hauptstromkreis liegenden Widerstand mit w, so hat man, nachdem die Stromlosigkeit des Nebenzweigs hergestellt ist, die Beziehung:

$$\frac{E}{W} = \frac{Cl}{w}.$$

Den Gesammtwiderstand W des Hauptkreises kann man, wie oben angegeben wurde, ohne merklichen Fehler gleich 100000 *Ohm* setzen. Die elektromotorische Kraft Cl des Clark-Elementes ist bei einer Temperatur von t° gleich $[1{,}438 - 0{,}0010\,(t-15)]$ *Volt*. Daher:

$$1) \quad \ldots\ldots\ldots \quad E = \frac{100}{w}\,(1453 - t) \;\; Volt.$$

Um die Temperatur des Clark-Elements zu erkennen, ist ein Thermometer in demselben angebracht, dessen Skale aus dem Deckel des Apparates hervortritt. Will man das Ergebniss mit Sicherheit bis auf ein Tausendstel richtig erhalten, so darf das Clark-Element innerhalb der letzten 24 Stunden vor dem Versuche grössere Temperaturschwankungen als höchstens 5° nicht durchgemacht haben, weil sich die der jedesmaligen Temperatur entsprechende Dichte der Lösungen nur langsam herstellt; auch soll die Beobachtungstemperatur zwischen + 10° und + 25° liegen.

Niedere Spannungen, z. B. diejenigen von galvanischen Bädern oder von einzelnen Akkumulatoren oder galvanischen Elementen, schaltet man zur Messung



in den Nebenzweig des Apparates und verbindet sie zu dem Zweck mit den Klemmen $A+$ und $A-$ (Fig. 3), während bei $B+$ und $B-$ die Hilfsbatterie (am besten Akkumulatoren) und bei $G\,G$ das Galvanometer eingeschaltet ist. Man vergleicht nun die Hilfsbatterie in der vorher beschriebenen Weise zuerst mit dem Clark-Element, sodann mit der zu messenden elektromotorischen Kraft und erhält daraus die Beziehungen:

$$\frac{E}{W} = \frac{Cl}{w_1} = \frac{A}{w_2},$$

oder:

$$2) \ldots\ldots\ldots A = \frac{w_2}{w_1}(1{,}453 - 0{,}001\,t)\ \textit{Volt}.$$

Bei Bestimmung von Stromstärken mittels Abzweigung von den erwähnten Normalwiderständen wird die Spannung an den Klemmen des Widerstandes in der eben beschriebenen Weise gemessen. Das Ergebniss dieser Messung, durch den Werth des Abzweigungswiderstandes dividirt, liefert den Werth der Stromstärke in *Ampere.*

Die Rechnungen, welche zur Ermittlung des Werthes der Spannungen nach den Formeln 1) und 2) erforderlich sind, werden in der Praxis, wenn es sich um schnelle Ausführung zahlreicher Messungen handelt, oft lästig sein. Man kann dieselben durch eine Erweiterung des beschriebenen Kompensationsapparates beseitigen. Der Widerstand des Hauptkreises darf zu diesem Zweck nicht den ein für alle Male festen Betrag von 100 000 *Ohm* erhalten, sondern muss regulirbar eingerichtet werden. Man hat also an die Stelle von W_1 einen Stöpselrheostat mit einer vollständigen Widerstandsfolge von 10 bis zu 50 000 *Ohm* zu setzen. Bei der Messung höherer Spannungen im Hauptkreise stellt man dann zu Anfang des Versuchs die Kurbeln k_1 und k_2 und den kleinen Stöpselrheostat W_3 so ein, dass $w = 1453 - t$ ist, und führt die Kompensation durch Reguliren von W mittels des an die Stelle von W_1 gesetzten Stöpselrheostaten herbei. Dann ist:

$$1\text{a}) \ldots\ldots\ldots\ldots E = 0{,}001\,W.$$

Für Bestimmungen von niederen Spannungen im Nebenzweige macht man bei der Vergleichung der Hilfsbatterie mit dem Normalelemente wieder w_1 gleich $(1453 - t)$ *Ohm* und bewirkt die Kompensation wie vorher durch Abändern von W. Bei den nachfolgenden Vergleichungen der Hilfsbatterie mit den zu bestimmenden elektromotorischen Kräften lässt man dagegen W ungeändert und kompensirt durch Abstufung von w. Die Gleichung 2) vereinfacht sich nun in:

$$2\text{a}) \ldots\ldots\ldots A = 0{,}001\,w_2\ \textit{Volt}.$$

Bei Strommessungen ist auf der rechten Seite noch mit dem Betrag des Abzweigungswiderstandes zu dividiren, damit A die Stromstärke in *Ampere* angiebt.

Man sieht aus dem Vorstehenden, dass die Anwendung des Kompensationsverfahrens unter Benutzung der hier beschriebenen Apparate die Ausführung genauer Spannungs- und Strommessungen für gewerbliche Zwecke sehr erleichtert und die Genauigkeit und Sicherheit derselben wesentlich erhöht. Die Messung ist unabhängig von den magnetischen Einflüssen des Beobachtungsraums, da das Verfahren eine Nullmethode ist und das Galvanometer nur als Stromzeiger dient. Auch Temperatureinflüsse sind ohne Einwirkung, wenn das Clark-Element nur gegen plötzliche Temperaturänderungen geschützt wird. Die Erwärmung der Abzweigungswiderstände kann in so engen Grenzen gehalten werden, dass sie das Ergebniss der Messung nicht beeinflusst. Die Widerstandssätze können leicht von genügender Genauigkeit und Unveränderlichkeit hergestellt werden, und die Empfindlichkeit kann mit Hilfe

eines guten Galvanometers ausserordentlich hoch gesteigert werden. Die Grenze für die Genauigkeit der Messung liegt daher ausschliesslich im Normalelemente. Die Clark-Elemente erlangen nun, wenn sie sorgfältig hergestellt sind, bis auf einige Zehntausendstel immer die gleiche elektromotorische Kraft und behalten dieselbe dauernd bei. Nach einem vorübergehenden Kurzschluss erholen sie sich bald wieder. (Nach den Angaben von Lord Rayleigh haben solche Elemente sechs Jahre lang dieselbe elektromotorische Kraft bewahrt.) Die Richtigkeit ihrer Angaben kann übrigens noch durch eine Prüfung bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt sichergestellt werden. Als Genauigkeitsgrenze bei Messungen mit dem Kompensationsapparat ist daher für alle Spannungen zwischen 0,014 und 1400 *Volt* und alle Stromstärken zwischen 0,1 *Milliampere* und 1000 *Ampere* ein Tausendstel des jedesmaligen Betrages anzunehmen. Das Messgebiet umfasst ziemlich alle in der Technik zu messenden Stromstärken und Spannungen und kann in besonderen Fällen durch weitere Zusatzwiderstände ohne Schwierigkeit noch erweitert werden. In der Art der Ausführung schliesst sich das Verfahren an die Widerstandsvergleichung nach der Wheatstoneschen Methode am engsten an und hat die Hilfsapparate, als Galvanometer und Batterie, mit demselben gemein. Der Apparat reiht sich darum der Wheatstoneschen Messbrücke als zweiter hauptsächlichster Ausrüstungsgegenstand eines elektrotechnischen Laboratoriums an die Seite.

Photometrische Untersuchungen.

Von

Dr. O. Lummer und Dr. E. Brodhun.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

III. Vergleichung der deutschen Vereinskerze und der Hefner-Lampe mittels elektrischer Glühlichter.

Die in den beiden ersten Abhandlungen (*diese Zeitschr. 1889. S. 41 u. 461*) beschriebenen Photometer gestatten Einstellungen, deren mittlere Fehler unter 0,5 bezw. 0,3% verbleiben, und geben auch bei den in der Praxis vorkommenden Färbungsunterschieden für verschiedene Beobachter gleiche Resultate. Wir glauben daher unser erstes Ziel, die Konstruktion eines Photometers, welches nicht nur den technischen, sondern auch den physikalischen Anforderungen Genüge leistet, erreicht zu haben [1]). Für Lösung unserer eigentlichen Aufgabe, die technischen Lichtmaasse einer genauen Prüfung und Vergleichung zu unterziehen, bedurfte es aber ausser dem Photometer und einer geeigneten Photometerbank vor Allem einer konstant brennenden Vergleichslampe. Letztere suchten wir auf zwei Wegen zu erlangen. Einerseits konstruirten wir eine Lampe mit Zylinder und Flachbrenner, bei welcher nur ein kleiner und zwar der hellste Theil der Flamme benutzt und durch ein geeignetes System zweier Linsen auf dem Photometerschirm dennoch eine relativ bedeutende Helligkeit erzielt wurde. Andererseits unterzogen wir die elektrischen Glühlampen in Bezug auf die Konstanz ihrer Leuchtkraft einem genaueren Studium. Beide Wege führten zum Ziele. Wir beschränken uns heute darauf, über die Versuche mit den Glühlampen zu berichten und geben im Anschlusse hieran eine unter Benutzung derselben als Vergleichslampe ausgeführte Vergleichung der deutschen Vereinskerze

[1]) Um unser Prinzip des Glaswürfels für ein Spektralphotometer zu verwerthen, sind Versuche angestellt worden; dieselben führten aber bisher noch zu keinem befriedigenden Ergebniss.



mit der Amylacetatlampe des Herrn von Hefner-Alteneck, welche wir kurz Hefner-Lampe nennen. Wir wählten gerade diese beiden technischen Lichtmaasse nicht nur, weil sie die jetzt in Deutschland gebräuchlichsten sind, sondern auch weil ihre Vergleichung durch die Reichsanstalt von dem *deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern* erbeten worden ist. Ehe wir auf das eigentliche Thema eingehen, sei kurz die benutzte, nach unseren Angaben von den Herren Fr. Schmidt & Haensch ausgeführte Photometerbank beschrieben.

A. Die benutzte Photometerbank.

Die Photometerbank[1]) besteht aus zwei über zwei Meter langen, etwa 25 *mm* dicken und 50 *mm* hohen Stahlschienen, welche an den beiden Enden fest mit einander verschraubt sind. Ihr Abstand beträgt etwa 100 *mm*, sodass selbst bei grossen Lasten eine Durchbiegung ausgeschlossen ist. Auf den oberen, eben abgehobelten Flächen rollen drei Schlitten, jeder vermittels dreier Rollen; die dadurch erzielte Bewegung ist bei sicherer Führung eine ausserordentlich leichte. Die Schlitten können von einem Ende der Bank bis zum anderen bewegt und an jeder Stelle mittels eines kleinen Hebels festgeklemmt werden. Jeder Schlitten trägt einen Nonius, welcher über einer auf der äusseren Seitenfläche der einen Schiene eingeätzten Millimetertheilung gleitet, so dass 0,3 *mm* bequem abzulesen sind. Die Schlitten selbst bestehen aus viereckigen Metallplatten etwa von der Breite der Bank, sie sind in der Mitte vertikal durchbohrt und mit einer starken Hülse versehen; in dieser lässt sich durch Zahn und Trieb ein Stahlrohr auf- und abschieben, welches zur Aufnahme von Photometergehäusen, Kerzenhaltern oder Lampentischchen bestimmt ist. Die Stahlrohre können in jeder Höhe festgeklemmt werden. Die an den Schlitten befindlichen Nonien sind gegen erstere verstellbar, damit ihr Nullpunkt mit der Axe des Stahlrohres, also auch der Axe des Tischchens oder Kerzenhalters zur Koinzidenz gebracht werden kann. Der mittlere, zum Tragen des Photometers bestimmte Schlitten besitzt eine Einrichtung, welche gestattet, ihn nach Festklemmen an der Bank innerhalb einer Strecke von 2 bis 3 *cm* schnell hin- und herzubewegen. Es ist dies besonders wichtig, wenn die zu vergleichenden Lichtquellen einander so nahe stehen, dass schon 1 *mm* Verschiebung über 1% beträgt. Während unserer vielen photometrischen Beobachtungen haben sich Mängel an der beschriebenen Bank nicht bemerkbar gemacht.

B. Die Glühlampen als Vergleichslichtquellen.

Ueber die Glühlampen finden sich in der Litteratur schon mancherlei Experimentaluntersuchungen. In keiner der vorhandenen Arbeiten wird jedoch, soviel uns bekannt, die Frage gründlich beleuchtet, ob sich die mit Akkumulatoren gespeisten Glühlampen als Vergleichslichtquellen eignen, bezüglich in welchem Grade und während welcher Zeitdauer solche Lampen ihre Leuchtkraft unverändert beibehalten. Eigentlich ist dies nicht auffällig, da erst seit Kurzem die Frage der Akkumulatoren in befriedigender Weise als gelöst anzusehen ist, wenigstens soweit die hier gestellten Anforderungen in Frage kommen[2]). Die von uns schon seit

[1]) Eine Abbildung dieser Bank wird in einer späteren Mittheilung enthalten sein, in welcher beschrieben werden soll, wie unsere Photometer von der obengenannten Firma für die Praxis ausgeführt werden. — [2]) Kürzlich sind die von Akkumulatoren gespeisten Glühlampen von Herrn Uppenborn (*Centralbl. f. Elektrotechnik. Bd. XII. S. 128*) als konstante Vergleichslichtquellen empfohlen worden; nähere Angaben fehlen jedoch.



einem Jahre in dieser Richtung begonnenen Untersuchungen bezweckten, mit grösstmöglichster Genauigkeit zu prüfen, wie sich die Leuchtkraft einer Glühlampe mit der Zeit ändert. Es sollte festgestellt werden, ob sich die photometrische Energie entsprechend der elektrischen Energie ändert oder ob mit der Zeit im Kohlenfaden molekulare Umlagerungen eintreten, welche die Leuchtkraft unabhängig von der elektrischen Arbeit variiren. Die Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt.

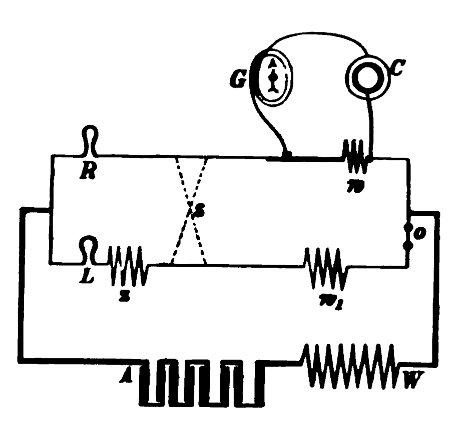
Von vielen gleichzeitig aus der Fabrik von Siemens & Halske bezogenen 65-Volt-Lampen suchte man zwei von nahezu gleichem Widerstande aus, von denen dann eine täglich sechs, acht und mehr Stunden brannte, während die andere in grösseren Zeitabschnitten nur einige Stunden benutzt wurde. Dabei wurde der Strom in jeder der Lampen, gleichviel ob eine allein oder beide zugleich glühten, stets auf gleicher Stärke gehalten und seine Spannung an den Enden der Lampen gemessen. Durch die photometrische Vergleichung der viel und der wenig gebrauchten Lampe konnte die gestellte Frage beantwortet werden.

Die Glühlampen, welche wir mit *R* und *L* bezeichnen wollen, standen rechts und links zur Photometerbank und waren durch Stative fest mit dem eichenen Tisch verbunden, auf welchem auch die Photometerbank unverrückbar festgeschraubt war. So behielten während aller Versuche die Lampen und die Bank gegen einander ihre Lage unveränderlich bei. *R* war die täglich benutzte Lampe.

Bei derartigen genaueren Versuchen genügen technische Messvorrichtungen wie das Siemens'sche Torsionsgalvanometer nicht, da sich die Lichtenergie einer Glühlampe etwa zehnmal schneller ändert als die durch die Lampe geschickte elektrische Energie. Ein Fehler von 0,05 % in der Strommessung würde demnach die Leuchtkraft der Lampe schon um 0,5 % ändern, welche Veränderung von unserem Kontrastphotometer direkt angezeigt wird, während das Torsionsgalvanometer kaum 0,1 % mit Sicherheit abzulesen gestattet. Uebrigens erwiesen sich die Akkumulatoren des Tudor'schen Systems als so konstant und vorzüglich, dass es schon sehr feiner elektrischer Messungen bedarf, um die Veränderung ihrer elektromotorischen Kraft innerhalb kleiner Zeiträume nachzuweisen oder deren Grösse festzustellen. Für die Empfindlichkeit der Strommessung war das Ziel maassgebend, Fehler zu vermeiden, welche die Leuchtkraft der Glühlampe um mehr als 0,1 % ändern. In Folge der Verringerung der Spannung von 65 auf etwa 55 *Volt* behufs Herstellung von Farbengleichheit zwischen der Hefner-Lampe und der Glühlampe, erniedrigte sich auch jenes Verhältniss zwischen der photometrischen und elektrischen Energieänderung von 10 auf 8. Demnach mussten Fehler von $^1/_{80}$ % in der Stromstärkemessung ausgeschlossen werden. Der von der Lampe bei 55 *Volt* gebrauchte Strom betrug etwa 0,42 *Ampere*, also mussten noch 0,000 052 *Ampere* gemessen und der Strom bis auf nahe 0,0001 seiner Stärke konstant gehalten werden können. Auf welche Weise dies erreicht wurde, geht aus dem Folgenden hervor.

1. Messung der Stromstärke. Die Stärke des durch die Glühlampen gehenden Stromes wurde dadurch gemessen, dass man die Grösse eines in denselben Stromkreis geschalteten Widerstandes genau bestimmte, an dessen Enden die Spannung gleich derjenigen eines Clark'schen Normalelementes von gewisser Temperatur war. Dazu legte man an die Enden des messbaren Widerstandes eine Nebenleitung an, welche das Clark-Element und ein Spiegelgalvanometer enthielt. Kompensirt sich die elektromotorische Kraft des Elementes mit derjenigen an den Enden des genannten Widerstandes, so kann auf bekannte Weise der durch die Lampe gehende Strom berechnet werden. In umstehender Figur denken wir uns vorläufig den einfachen

bei O befindlichen Dubois-Schlüssel geöffnet, wodurch wir den Stromkreis $AWwR$ erhalten. Darin bedeutet A die Akkumulatorenbatterie, welche aus 36 Zellen mit je 9 Platten von etwa 7 *qdm* Querschnitt besteht und eine Spannung von etwa 70 *Volt* besitzt. W ist ein Widerstand von etwa 40 *Ohm*, der aber in beliebig kleinen Abstufungen bis auf Null geändert werden kann. R ist die viel gebrauchte, rechts auf der Photometerbank befindliche Glühlampe und w der genau zu messende Widerstand, an dessen Enden die Zweigleitung durch das Clark-Element C und das Galvanometer G geht. Letzteres ist ein Wiedemann'sches Spiegelgalvanometer. Gehen wir auf diese Zweigleitung etwas näher ein. Es bedeute e die elektromotorische Kraft des Clark-Elements und i die Stromstärke im Hauptkreis; dann gilt für den Fall, dass kein Strom durch das Galvanometer fliesst:



$$i = \frac{e}{w};$$

es soll i auf 0,0001 konstant gehalten werden. Demnach müssen auch e und w bis auf denselben Bruchtheil die gleiche Grösse beibehalten. Dieser Forderung wirken jedoch die Temperaturänderungen von e und w entgegen. Hat das Clark-Element bei 0 Grad die elektromotorische Kraft e_0 und w den Werth w_0, ist ferner der Temperaturkoeffizient des Clark-Elements α und derjenige des zu w verwendeten Drahtes β, so wird die Formel für die Stromstärke bei t Grad:

$$i_t = \frac{e_0 (1 + \alpha t)}{w_0 (1 + \beta t)},$$

worin in unserem Falle zu setzen[1]) ist:

$$e_0 = 1{,}453; \quad \alpha = -0{,}00069$$
$$w_0 = 2{,}4855; \quad \beta = 0{,}00033.$$

Es folgt hieraus, dass die Temperatur des Clark-Elements auf nahezu 0,1 Grad und diejenige des Widerstandes auf etwa 0,3 Grad genau bekannt sein muss. Beide wurden deshalb in ein grosses Petroleumbad gethan, welches mit einem Rührer versehen war und dessen Temperatur bis auf zehntel Grade abgelesen wurde.

Um die Aenderung von e mit der Temperatur zu kompensiren und um bei verschieden hoher Stromstärke, d. h. mit verschiedener Färbung des Glühlichtes arbeiten zu können, fügten wir zu der Widerstandsbüchse w noch einen Messdraht, auf welchem ein Platinkontakt schleift.

Der Draht war genau kalibrirt worden; seine Länge bis zum Platinkontakt konnte mittels Nonius bis auf zehntel Millimeter abgelesen werden. Sein ganzer Widerstand für 1000 *mm* betrug etwa 0,95 *Ohm*, so dass derjenige für 0,1 *mm* 0,0001 *Ohm* nicht überstieg; da diese Grösse zu dem Widerstand w im Nenner von $i = e/w$ gefügt werden muss, so erkennt man leicht, dass bei der gewünschten Genauigkeit die Stellung des Kontaktes nur etwa auf 0,3 *mm* abzulesen ist. Der Messdraht bestand aus der neuen Nickel-Mangan-Kupferlegirung[2]), welche die Eigenschaft besitzt,

[1]) Die Angaben der elektromotorischen Kraft in legalen Volts und des Temperaturkoeffizienten des Clark-Elements beziehen sich auf Messungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. — [2]) Dr. Feussner und Dr. Lindeck: Metalllegirungen für elektrische Widerstände (*Diese Zeitschr. 1889. S. 233.*)

den Widerstand zwischen den Temperaturgrenzen von 15 bis 20 Grad nicht zu ändern. Nur in Folge dieses Umstandes und der stets gleichen Temperatur von Clark-Element und Widerstand w war es möglich, eine einfache Tafel aufzustellen, welche angab, wohin der Platinkontakt gestellt werden musste, damit i_t bei der im Petroleumbade abgelesenen Temperatur stets denselben Werth hatte. Vorausgesetzt ist, dass sich die Zimmertemperatur innerhalb 15 bis 20 Grad bewegte. —

Um den fortwährenden Einstellungen des Kontaktes und des variabelen Widerstandes w zu entgehen, welcher nach Richtigstellung des ersteren so lange geändert wurde, bis das Galvanometer in Ruhe blieb, vereinfachten wir das Verfahren noch mehr. Wir liessen nämlich einige Stunden vor Anfang der Versuche das Petroleumbad auf die Temperatur von etwa 19 Grad bringen, auf welcher dasselbe dann durch Regulirung der Zimmertemperatur während des ganzen Tages nach Möglichkeit gehalten wurde. Es gelang dies innerhalb 5 bis 6 Stunden oft bis auf ein zehntel Grad vollkommen, sodass wir den Brückenkontakt kaum zu verschieben brauchten. Mit den photometrischen Arbeiten wurde natürlich nicht früher begonnen, bis man sich überzeugt hatte, dass das Clark-Element und die maassgebenden Widerstände die abgelesene Temperatur angenommen hatten. Während derselben wurde von Zeit zu Zeit nachgesehen, ob das Galvanometer bei Stromschluss in Ruhe blieb; im andern Falle wurde W entsprechend geändert. Eine solche vom Clark-Element und w unabhängige Regulirung mittels W konnte durch die Aenderung der elektromotorischen Kraft der Akkumulatoren oder des Widerstandes W mit der Temperatur oder durch die etwaige Widerstandsänderung des Kohlenfadens der Lampe nothwendig gemacht werden.

Um jede der gleichzeitig brennenden Lampen auf dieselbe Stromstärke zu bringen wie die allein benutzte Lampe R, bedurfte es der in der Figur skizzirten Einrichtung. Zu dem Stromkreis der Lampe R und dem Widerstand w ist ein zweiter Kreis parallel geschaltet, welcher die Lampe L mit dem veränderlichen Zusatzwiderstand z und einen Widerstand w_1 von ganz bestimmter Grösse enthält; letzterer muss bei jeder Temperatur gleich sein dem Widerstande der Büchse w plus dem Widerstand (ω) des Messdrahtes. Es bestand deshalb w_1 ebenfalls aus einer in das Petroleumbad eintauchenden Büchse vom Widerstande 2,4855 *Ohm* und aus einem Stück der Nickel-Mangan-Kupferlegirung, dessen Widerstand gleich demjenigen des Brückendrahtes war und das sich in Luft befand. So war man sicher, dass, wenn einmal bei einer gewissen Temperatur $w_1 = w + \omega$ gemacht war, dies bei jeder Temperatur erhalten blieb. Der Zusatzwiderstand z diente lediglich dazu, die unvermeidlichen Verschiedenheiten der Lampenwiderstände auszugleichen. Übrigens hatte auch die Lampe R einen solchen variabelen Zusatzwiderstand; wir wollen denselben ζ nennen. Die gewünschte Einstellung von R und L auf gleiche Stromstärke geschah dann in folgender Weise: Angenommen, es brenne Lampe R allein mit der richtigen Stärke i; beim Schluss des Kontaktes o wird auch L glühen, in Folge dessen wird die Stromstärke in jeder der beiden Lampen kleiner als i, und das Galvanometer zeigt einen Ausschlag. Man ändere daher W (bez. ζ) so lange, bis das Galvanometer auf seinem Nullpunkt stehen bleibt; es ist dann die Stärke in R wieder gleich i. Jetzt lege man die bei s befindliche, in der Figur nur angedeutete Wippe um, so dass L an die Stelle von R tritt und umgekehrt. Dadurch kann also die durch L gehende Stromstärke gemessen werden. Um dieselbe gleich i zu machen, braucht man nur z so lange zu ändern, bis auch hier das Galvano-

meter keinen Ausschlag zeigt. Hiernach wird die Wippe abermals umgelegt und kontrolirt, ob noch in *R* die richtige Stromstärke herrscht; im anderen Falle wird *W* (bez. ζ) entsprechend geändert u. s. w. Es genügt meist ein zweimaliges Umlegen der Wippe *s* nach beiden Seiten, um in beiden Lampen die vorgeschriebene Stärke zu erhalten.

2. Messung der Spannung. Zur Messung der Spannung stellten wir uns einen Wiederstand ($\mathfrak{W}$) von etwa 56000 *Ohm* her, an welchen wir einen Siemens'schen Widerstandskasten ($\mathfrak{w}$) von 0,1 bis 5000 *Ohm* fügten. Der beide Widerstände enthaltende Kreis konnte durch einfache Umschaltungsvorrichtung sowohl an die Pole der Akkumulatorenbatterie als an die Enden der Lampe *R* oder *L* gelegt werden. Mit den Klemmen des Siemens Kastens hingegen wurde durch Umlegen einer Wippe der das Galvanometer *G* und das Clark-Element *C* enthaltende Kreis verbunden. Durch Ein- und Ausschalten von Stöpseln wurde dann bewirkt, dass das Galvanometer in Ruhe blieb. Das Verhältniss der Summe der Widerstände $\mathfrak{W} + \mathfrak{w}$ zu dem Widerstand $\mathfrak{w}$ giebt die Spannung, ausgedrückt in elektromotorischer Kraft des Clark-Elements. Durch Multiplikation mit dem schon vorher gebrauchten Produkt $e_0\ (1 + \alpha\, t)$, wo $e_0 = 1{,}453$ und $\alpha = 0{,}00069$ ist, wird die Spannungsangabe umgewandelt in Volts. Dieselbe ist demnach zu berechnen aus der Formel:

$$V = \frac{\mathfrak{w}\,(1 + \delta\, t) + \mathfrak{W}\,(1 + \gamma\, t)}{\mathfrak{w}\,(1 + \delta\, t)}\, e_0\,(1 + \alpha\, t),$$

worin γ bez. δ die Temperaturkoeffizienten des zu $\mathfrak{W}$ bez. $\mathfrak{w}$ verwendeten Drahtes bedeutet. Bei uns war $\gamma = 0{,}00033$ und $\delta = 0{,}00036$, sodass wir beide einander gleichsetzen und schreiben können:

$$V = \frac{\mathfrak{w} + \mathfrak{W}}{\mathfrak{w}}\, e_0\,(1 + \alpha\, t).$$

Darin waren $\mathfrak{W}$ bis auf 0,000 02 und $e_0\ (1 + \alpha\, t)$ bis auf 0,0001 bestimmt, $\mathfrak{w}$ betrug bei den Akkumulatoren etwa 1100 und bei den Lampen etwa 1500 *Ohm*. Da noch 0,1 *Ohm* einen deutlichen Ausschlag am Galvanometer erkennen liess, so konnte auch $\mathfrak{w}$ bis auf 0,0001 und genauer festgestellt werden, so dass der grösste Fehler in der Voltmessung 0,01 % betrug. Leider macht sich ein anderer Fehler geltend, dessen Grösse bei unserer Einrichtung nicht mit Sicherheit angegeben werden kann. Weder $\mathfrak{W}$ noch $\mathfrak{w}$ konnten auf ihre wahren Temperaturen geprüft werden. Bei Fortsetzung der Versuche wollen wir beide ebenfalls in ein Petroleumbad tauchen. Auch sollen $\mathfrak{W}$ und $\mathfrak{w}$ aus gleich dickem Drahte von demselben Material gewählt werden, damit die etwaigen inneren Erwärmungen in beiden gleiche Wirkung hervorbringen. Bei der Annahme, dass die Temperaturen beider Widerstände sich nie um mehr als 2 Grad unterscheiden, bleibt unsere Spannungsmessung mindestens auf 0,1 % genau. Auf die benutzten Clark-Elemente werde hier nicht näher eingegangen. Dieselben sind in der Reichsanstalt angefertigt worden und werden später von anderer Seite ausführlich beschrieben werden. Zur Kontrole des während unserer endgiltigen Versuche benutzten Elements dienten verschiedene andere Clark-Elemente, deren Temperatur ebenfalls genau bestimmt werden konnte. Die kleinen Abweichungen zwischen den verschiedenen Elementen schadeten insofern nichts, als es nur auf eine relative Bestimmung ankam.

3. Ergebnisse. Wir geben zuerst die Vergleichungen der beiden Lampen *R* und *L* und stellen die Beobachtungen mit den abgeleiteten Ergebnissen in Tafel 1 zusammen. Darin giebt die erste Spalte das Datum der photometrischen Vergleichung, die zweite die Anzahl der Brennstunden jeder Lampe und zwar derart, dass in



jeder Zeile die Summe der von Anfang an gezählten Brennstunden angegeben ist. In der dritten Spalte ist die Entfernung der Lampe L vom Photometerschirm in Millimetern angeführt. Die Zahlen sind Mittelwerthe aus je 20 Beobachtungen, von denen je 10 mit umgelegtem Photometergehäuse gewonnen sind. Da die ganze Entfernung zwischen beiden Lampen L und R 2955 *mm* betrug, so ist hiermit auch die Entfernung der Lampe R vom Schirm bekannt, und es kann das in der vierten Spalte angegebene Verhältniss der Helligkeit beider Lampen berechnet werden. Die Temperatur des Petroleumbades in der fünften Spalte ist das Mittel aus den während der photometrischen Messung abgelesenen Zahlen. Die folgenden drei Spalten enthalten Widerstand und elektromotorische Kraft für die Akkumulatoren, die Lampe R und die Lampe L; dabei ist der Widerstand im Siemens-Kasten bei der in Spalte 5 angegebenen Temperatur des Bades abgelesen, während die elektromotorische Kraft durchgehends auf die Temperatur 19° umgerechnet ist. In der vorletzten Spalte sind die Zusatzwiderstände ζ und z der Lampen R und L vermerkt, welche eingeschaltet werden mussten, damit durch beide Lampen gleich starker Strom ging. Die Differenz $z - \zeta$ steht in der letzten Reihe, und ihre Grösse ist in Ohm angegeben.

Tafel 1.

Datum.	Anzahl der Brennstunden der Lampe		Abstand der Lampe L vom Photometer.	Helligkeitsverhältniss L/R.	Temperatur des Bades.	Akkumulator.		Lampe R.		Lampe L.		Zusatzwiderstände.		Differenz
	R	L				Widerstand in Ohm.	Elektrom. Kraft in Volt.	Widerstand in Ohm.	Elektrom. Kraft in Volt.	Widerstand in Ohm.	Elektrom. Kraft in Volt.	ζ	z	$z - \zeta$.
18. 12. 89	1	1	1429,4	0,8779	19,0°	1156,1	70,73	1522,8	54,04	1531,0	53,76	0,504	1,234	0,730
24. 12. 89	20	2	1428.8	0,8[illegible]64	19.2	1158,3	70,59	1524,8	53,96	1531,2	53,74	0,630	1,234	0,604
10. 1. 90	62	3	1427,8	0,8741	19,9	1164,3	70,35	1525,4	53,91	1530,4	53,74	0,724	1,234	0,510
3. 2. 90	154	8,5	1427,1	0,8724	19,25	1160,3	70,46	1528,1	53,85	1530,5	53,76	0,098	0,084	0,014
15. 2. 90	211	13,5	1425,1	0,8677	19,9	1165,6	70,12	1529,4	53,77	1530,9	53,72	0,154	0,209	0,055

Das zunächst wichtigste Ergebniss ist in der vierten Spalte enthalten. Die darin angegebenen Zahlen sagen aus, dass sich das Helligkeitsverhältniss der beiden Lampen L und R während 154 Brennstunden nur um 0,4 und während 211 Brennstunden um 1,2 % geändert hat. Merkwürdigerweise ist die gebrauchte Lampe heller geworden[1]). Gleichviel, worauf jene relativ schnelle Zunahme von L/R zwischen der vierten und fünften Vergleichung beruhen mag, so darf doch nicht unerwähnt bleiben, dass in der Zwischenzeit die im zweiten Abschnitt beschriebenen Versuche ausgeführt wurden. Bei denselben wurde die Lampe R aus ihrem Stativ genommen und auf dem Schlitten des Photometers befestigt. Auch muss gesagt werden, dass bisher keine Maassregeln getroffen wurden, die etwaige Lagenänderung des Kohlenfadens der Lampe gegen deren Glashülle festzustellen. Eine solche würde weniger durch die geänderte Entfernung des Fadens vom Photometer als durch die damit Hand in Hand gehende Lagenänderung der Reflexbilder störend wirken.

[1]) Alle hier besprochenen Resultate beziehen sich natürlich nur auf die eine von uns mit 55 *Volt* gebrannte Lampe. Wir sind weit entfernt, denselben eine allgemeine Giltigkeit beizulegen. Erst weitere Versuche mit verschiedenen Lampen bei hoher und niedriger Spannung können allgemein giltige Ergebnisse liefern.

Betrachten wir jetzt die im Kohlenfaden selbst stattgefundenen Vorgänge. Während die elektromotorische Kraft an der Lampe L konstant geblieben ist, zeigte diejenige an R eine stetige Abnahme, welche schliesslich 0,5 % ihres Werthes erreichte. Demnach muss auch der Widerstand in der gebrauchten Lampe R kleiner geworden sein. Dieses der gewöhnlichen Erfahrung widersprechende Resultat folgt auch aus der in der letzten Spalte angegebenen Differenz $z-\zeta$ der Zusatzwiderstände. Die Abnahme von $z-\zeta$ weist ebenfalls auf ein Kleinerwerden eines der Lampenwiderstände hin. Wegen der mancherlei veränderlichen Uebergangswiderstände in den variabelen Widerständen z und ζ, welche besonders bei der ausserordentlichen Kleinheit von $z-\zeta$ in den beiden letzten Beobachtungen wohl in Betracht kommen, kann natürlich jener Gang in den Differenzwerthen nicht zur Berechnung der Widerstandsänderung von R herangezogen werden. Letztere ist aber auch bis auf 0,05 % aus der Aenderung der elektromotorischen Kraft an R gegeben, welche, wie vorher gesagt, bis zu 0,5 % aufsteigt. Das jedenfalls interessante Resultat sagt also aus, dass sich der Lampenwiderstand um 0,5 % verkleinert hat. Einer solchen Widerstandsabnahme entspricht aber bei konstant gehaltener Stromstärke eine gleich grosse Abnahme der elektrischen Energie, welcher wiederum eine weit grössere Abnahme der photometrischen Energie folgen sollte. Letztere ist jedoch um etwa 1 % gestiegen. Somit müssen im Kohlenfaden Molekularänderungen vorgegangen sein, welche bei Verringerung des Widerstandes die Oberfläche oder die innere Wärmeleitung vergrössern. Wie dem aber auch sei, hier interessirt uns nur der wichtige Umstand, dass sich die Glühlampen bei richtiger elektrischer Bedienung als vorzügliche konstante Vergleichslichtquellen erwiesen haben. Ausser der geringen Veränderlichkeit ihrer Leuchtkraft bieten sie wie keine anderen noch zwei wesentliche Vortheile dar; erstens kann ihre Färbung der zu vergleichenden Lichtquelle angepasst werden, und zweitens ist es möglich, die Glühlampe mit dem Photometer fest verbunden gleichzeitig zu verschieben. Auf die Vorzüge beider Eigenschaften wird im nächsten Theile ausführlicher eingegangen werden.

C. Das Verhältniss der Leuchtkraft der Kerze und der Hefner-Lampe.

Die Untersuchung der Hefner-Lampe und der deutschen Vereinsparaffinkerze wurde in der Weise angestellt, dass beide für sich mit der Glühlampe R verglichen wurden. Wir konnten dabei nicht einfach so verfahren, dass wir die zu messende Lichtquelle und die Glühlampe unbeweglich liessen und mit dem Photometer die Stelle gleicher Helligkeit aufsuchten, da wir dann für die Glühlampen das Entfernungsgesetz der Helligkeitsabnahme hätten anwenden müssen. Aber leider bedingt die gebräuchliche Form der Glühlampen hauptsächlich wegen der durch die Glashülle entstehenden Reflexbilder der Kohlenfäden für photometrische Zwecke den Uebelstand, dass man eine dem Entfernungsgesetz entsprechende Helligkeitsabnahme von einer Ebene aus nicht mit hinreichender Genauigkeit annehmen kann. Aus diesem Grunde haben wir bereits Glühlampen mit geraden Kohlenfäden in zylindrischen Glasröhren anfertigen lassen; wir konnten dieselben hier aber noch nicht in Anwendung bringen, da sie stärkere Ströme brauchen, als bei den beschriebenen Mess- und Regulireinrichtungen zulässig erschien.

Wir liessen deshalb bei der vorliegenden Untersuchung den Abstand zwischen Photometerschirm und Glühlampe konstant und änderten nur die Entfernung zwischen dem Schirm und der zu prüfenden Flamme, indem die letztere stehen blieb

und das Photometer nebst der mit ihm festverbundenen Glühlampe auf der Bank hin und her bewegt wurde. Diese Anordnung hat in unserem Falle, wo die Glühlampe nur dritte Proportionale ist, noch andere nicht unwesentliche Vortheile. Zunächst hat man, wenn nur der Zustand des Photometers während der Dauer der Versuche konstant bleibt, weder darauf zu sehen, dass der Schirm genau senkrecht zur Axe der Bank gestellt ist, noch auf vollkommen gleiche Wirkung beider Schirm- und Photometerseiten besondere Sorgfalt zu verwenden. Ferner braucht man die Entfernung zwischen Schirm und Glühlampe, deren Messung immerhin eine Fehlerquelle sein würde, bei der ganzen Untersuchung nicht zu kennen. Ein weiterer Vortheil ist der, dass wir auf dem Photometerschirm stets dieselbe Helligkeit haben. Dies bringt nicht nur eine grössere Sicherheit und Gleichmässigkeit beim Messen mit sich, da sich das Auge an eine veränderte Helligkeit stets von Neuem gewöhnen muss, sondern bietet zugleich den Vortheil, dass die Einstellungsempfindlichkeit, die sich bekanntlich mit der Helligkeit ändert, immer dieselbe ist, was die Diskussion der Resultate sehr vereinfacht. Auch der persönliche Fehler, welcher im Allgemeinen beim Kontrastphotometer recht wohl von Einfluss sein kann, ist, wie man leicht erkennt, hier vollständig eliminirt. Schliesslich sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass auch die Einwirkung derjenigen Reflexe, welche nicht durch schwarze Tücher und Schirme vernichtet werden konnten, bei dieser Anordnung dadurch grösstentheils beseitigt wird, dass die zu vergleichenden Lichtquellen denselben Ort einnehmen.

Man erkennt, dass auf diese Weise die Anzahl der Fehlerquellen sehr erheblich vermindert ist. Wenn man Sorge trägt, dass während der Dauer der Vergleichung die Justirung des Photometers ungeändert bleibt, was sich mit Leichtigkeit erfüllen lässt, so sind nur noch drei Fehlerquellen übrig, erstens: die unvermeidliche Unsicherheit der photometrischen Einstellung, zweitens: der Fehler, der durch nicht genügende Konstanz der Glühlampe, und drittens: derjenige, welcher durch unrichtige Messung der Entfernung zwischen Lichtquelle und Photometerschirm entsteht.

Ein Urtheil über die Empfindlichkeit der photometrischen Einstellung verschafften wir uns, indem wir zunächst als zu messende Lichtquelle die Glühlampe L benutzten. Da sich während der Vergleichung die Stromstärke nicht änderte, so konnten beide Lichtquellen L und R als völlig konstant angesehen werden. Der mittlere Fehler einer Beobachtung aus 50 Einstellungen, die übrigens ohne besondere Sorgfalt ziemlich schnell hinter einander ausgeführt wurden, giebt uns also ein Maass für die Genauigkeit der Messung. Die erhaltenen Einstellungen in Millimetern sind:

943,5	942,0	941,7	942,1	942,6
941,2	943,3	941,0	941,0	942,4
942,7	940,0	941,8	943,5	941,0
943,8	942,5	942,2	940,0	940,4
942,5	942,1	943,1	942,1	943,0
940,0	940,6	940,8	942,9	943,2
943,1	942,4	941,9	941,0	940,0
943,6	941,0	942,2	943,1	941,7
941,6	942,2	941,9	941,2	941,8
941,7	943,7	942,0	941,2	943,8

Der mittlere Fehler einer Einstellung ergiebt sich daraus zu 1,07 *mm* oder zu 0,26%. Der Kontrast, mit welchem gearbeitet wurde, war ziemlich gross; er betrug etwa 4%. Es sei hervorgehoben, dass weder die Hefner-Lampe noch die Kerze mit der Vergleichslampe einen so grossen Färbungsunterschied gaben, dass die Genauigkeit der photometrischen Messung dadurch beeinträchtigt wurde.

Was zweitens die Konstanz der Glühlampe *R* im Laufe der Versuche angeht, so wird nach den Auseinandersetzungen des vorigen Abschnitts klar sein, dass die Schwankungen nicht über 0,1% hinausgingen, zumal während der Vergleichungen die Akkumulatoren in besonders gutem Zustand waren, so dass die Stromstärke oft stundenlang nicht korrigirt zu werden brauchte. Es wäre nun möglich, dass in Folge der inneren Aenderungen in der Glühlampe *R* eine stetige Ab- oder Zunahme der Leuchtkraft stattgefunden hat. Aber auch dies war nicht der Fall, denn die Spannung an der Lampe zeigte während der ganzen Dauer der Versuche keine merkliche Aenderung und ausserdem ergab eine Vergleichung der Glühlampen *R* und *L* vor und nach den Versuchen den gleichen Werth. Uebrigens wurde die Vorsicht gebraucht, die Messungen an Kerzen und Hefner-Lampen immer abwechseln zu lassen.

Dass auch die dritte der vorerwähnten Fehlerquellen soweit wie möglich unschädlich gemacht wurde, wird man aus den Einzelheiten unserer Versuchsanordnung erkennen, auf die wir jetzt mit einigen Worten eingehen wollen.

Die Glühlampe wurde auf dem rechten Schlitten der Photometerbank befestigt und dieser durch zwei geschwärzte Messingschienen mit dem Schlitten des Photometers so verbunden, dass der Abstand der beiden Indizes 1000 *mm* betrug. Der linke Schlitten war am anderen Ende der Bank festgestellt und trug den Kerzenleuchter oder das Tischchen für die Hefner-Lampe. Hier war vor der Bank, und unverrückbar mit ihr verbunden, in der Höhe des Photometers ein grosses Krüss'sches Flammenmaass so aufgestellt, dass die Axe seines Objektivs senkrecht zu derjenigen der Photometerbank stand. Dieses Flammenmaass konnte also direkt zur Messung der Flammenhöhe benutzt werden; es diente aber nur zur Einstellung der Flammen in die gleiche Höhe mit dem Photometer und in eine bestimmte Ebene senkrecht zur Bankaxe. Zu letzterem Zwecke war auf der matten Scheibe des Flammenmaasses eine vertikale Linie gezogen. Die Kerze oder Hefner-Lampe wurde dann so gestellt, dass diese Vertikale durch die Axe des Flammenbildes ging. Es kam nun darauf an, den Abstand der durch die Vertikale bezeichneten Ebene von dem Photometerschirm bei einer beliebigen Stellung des Photometerindex möglichst genau zu bestimmen. Zu dem Zwecke wurde der Photometerschirm durch einen Metallrahmen ersetzt, welcher in seiner Mitte eine senkrecht dazu gerichtete, also der Axe der Photometerbank parallele Hülse trug. In diese Hülse passte ein genau 200 *mm* langer Stab, dessen beide Enden mit Schneiden versehen waren. Dieser Stab liess sich so weit in die Hülse einschieben, dass das eine Schneidenende in die Schirmebene kam. Nun wurde das Photometer soweit nach links geschoben, bis das Bild der zweiten Schneide des Stabes im Flammenmaass mit der erwähnten Vertikalen auf der matten Scheibe zusammenfiel. Hier betrug also der Abstand zwischen Photometerschirm und Einstellungsebene 200 *mm*, und die Stellung, welche der Index am Photometer jetzt hatte, wurde der Entfernungsmessung zu Grunde gelegt. Auch die richtige Höhe des Flammengrundes liess sich durch das Schneidenbild auf der matten Scheibe bestimmen. Die Einstellungsebene war somit auf Bruchtheile eines Millimeters genau bestimmt, bei Einstellung der

Flammenaxe in diese Ebene konnte kaum ein Fehler von 1 *mm* gemacht werden. Die Messung der Entfernung zwischen Photometerschirm und Flammenaxe, welche 600 bis 700 *mm* betrug, war also auf 1 *mm* genau bestimmt, konnte mithin höchstens einen Fehler von 0,3 % in das Resultat bringen. Wir werden sehen, dass dieser Fehler im Vergleich zu den Schwankungen der zu messenden Lichtstärken nicht in Betracht kommt.

Links von der Photometerbank, etwa 1 *m* von der zu beobachtenden Flamme entfernt, war ein kleines Kathetometer Fuess'scher Konstruktion, bei welchem die Glastheilung durch das Gesichtsfeld des Beobachtungsfernrohres hindurchgeht, zur Messung der Flammenhöhen aufgestellt. Mit einer Mikrometerschraube, welche die Neigung des Fernrohres gegen die Vertikale zu ändern erlaubt, wurde ein und derselbe Theilstrich auf den Flammengrund eingestellt, dann das Fernrohr um 40 bezw. 50 *mm* aufwärts geschoben und beobachtet, wann die Flammenhöhe die gewünschte war. In diesem Augenblick wurde dem zweiten Beobachter am Photometer ein Zeichen gegeben und von diesem die Einstellung ausgeführt. Da sich bei der Kerze der Grund ändert, so musste das Fernrohr in kurzen Zwischenräumen wieder gesenkt und der Grund mit Hilfe der Mikrometerschraube neu eingestellt werden. Diese Beobachtungsart war aber durchaus nicht unbequem, weil die Aenderung des Grundes nur verhältnissmässig langsam fortschreitet. Nach grösseren Zeitabschnitten musste die Kerze auch mit Hilfe des an ihrem Schlitten befindlichen Triebes um soviel gehoben werden, als sie niedergebrannt war.

Man zog vor, die Flammenhöhen stets mit dem Kathetometer und nicht mit dem optischen Flammenmaass zu beobachten, weil bei dem letzteren der äusserste Saum der Flammenspitze und auch der blaue Grund der Kerzenflamme wegen ihrer geringen Lichtstärke nicht gut sichtbar sind und hierdurch ein konstanter Fehler von 0,5 *mm* und mehr leicht entstehen kann.

Die Temperatur des Beobachtungsraumes lag bei allen Versuchen zwischen 18 und 20° C.

1. **Beobachtungen an den Kerzen.** Wir untersuchten 10 Vereins-Paraffin-Kerzen, die uns vor Kurzem von Herrn Direktor Thomas in Zittau im Auftrage des *deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern* zugesandt worden sind. Von den grossen Uebelständen, die das Messen der Flammenhöhe bei der Kerze hat und die schon wiederholt hervorgehoben worden sind, seien hier nur kurz die wesentlichsten erwähnt. Der untere blaue Flammensaum liess sich häufig wegen des hohen Paraffinwalles nicht beobachten, trotzdem wir das Fernrohr ein wenig neigten, um in den Paraffinteller hineinsehen zu können. Wenn man aber den Grund wirklich gut sehen konnte, so zeigte sich häufig, dass er auf der einen Seite des Dochtes wesentlich (bisweilen um mehrere Millimeter) höher lag als auf der anderen, so dass man nicht wusste, von wo aus man messen sollte. Die Spitze zeigt bei grösserer Flammenhöhe gewöhnlich drei Zacken, von denen freilich häufig der mittlere viel stärker und höher als die beiden seitlichen ist; in vielen Fällen verlängert sich aber gerade, wenn die Flamme nahezu die vorgeschriebene Höhe von 50 *mm* erreicht, einer der seitlichen Zacken zu einer langen russigen Spitze und macht die Beobachtung unmöglich.

Wir benutzten natürlich aus allen gemachten Messungen nur diejenigen, bei denen diese Uebelstände nicht auftraten und dabei ein gut ausgebildeter Paraffinteller vorhanden war. Aber auch diese Messungen zeigen selbst bei derselben Kerze leider keine grosse Uebereinstimmung. Wir haben in einigen Fällen, um

die Aenderung der Helligkeit mit der Flammenhöhe festzustellen, bei verschiedenen Höhen Messungen angestellt. Solche Reihen zeigen bisweilen, trotzdem sie kurz hintereinander ausgeführt wurden, sehr bedeutende Abweichungen. Wir geben im Folgenden als Beispiele drei solche Reihen, von denen die ersten beiden von derselben Kerze herrühren und unmittelbar nacheinander gemacht sind.

Flammenhöhe. *mm.*	Lichtstärke.		
	Kerze 8. Reihe I.	Kerze 8. Reihe II.	Kerze 9. Reihe III.
44	0,398		
45	0,405		
47	0,410	0,389	0,380
48	0,419	0,398	0,390
49	0,426	0,405	0,396
50	0,434	0,410	0,398

Aeusserlich war bei keiner dieser Beobachtungen etwas Besonderes zu bemerken. Nur aus Farbenänderungen liessen sich bisweilen abweichende Glühzustände in der Flamme schliessen. Als charakteristisch sei ferner eine Beobachtung erwähnt, bei welcher längere Zeit die Flammenhöhe konstant auf 50 *mm* blieb, während die Lichtstärke bedeutend zunahm. Aeusserlich zeigte sich nur, dass der Paraffinwall, der anfangs ziemlich hoch war, in dieser Zeit etwas abschmolz. Die in nahe gleichen Zeitabständen gemachten Einstellungen sind:

0,412 0,420 0,420 0,424 0,430.

Bei der letzteren Zahl war freilich die Höhe ein wenig über 50 *mm* gestiegen; aber auch von dem vorletzten weicht der erste Werth um nahezu 3 % ab.

Was die einzelnen Kerzen betrifft, so zeigten sie im Allgemeinen keine Verschiedenheiten. Bei einer (mit 4 bezeichneten) sass der Docht nicht zentrisch, und es bildete sich in Folge dessen kein Teller; ausserdem war die Kerze dicker als die übrigen. Die damit erhaltenen Zahlen wurden daher beim Gesammtresultat nicht benutzt. Kerze 9 ergab durchweg ohne angebbaren Grund kleinere Lichtstärken als die übrigen Kerzen.

Nach alledem wird man eine besonders grosse Uebereinstimmung zwischen den einzelnen Beobachtungen nicht erwarten. Wir geben im Folgenden, auf die Lichtstärke (G_R) unserer Glühlampe R bezogen, die Lichtstärken der 9 (nach Ausschluss von Nr. 4 übrig bleibenden) Kerzen:

Kerze Nr.	Lichtstärke in G_R	Zahl der Beobachtungen.
1	0,412	11
2	0,410	27
3	0,416	17
5	0,415	6
6	0,414	9
7	0,414	10
8	0,418	11
9	0,402	9
10	0,410	14
		Σ 114



Berechnet man aus den 27 Beobachtungen an Kerze 2 den mittleren Fehler einer Beobachtung, so ergiebt sich ± 1,55 %. Als Mittelwerth der 9 angegebenen Lichtstärken findet man:

$$K = 0{,}4123\ G_R;$$

der mittlere Fehler des Resultats ist ± 0,38 %.

Nimmt man aus den 114 Beobachtungen den Mittelwerth, so erhält man ein mit dem angegebenen Werth von K übereinstimmendes Resultat.

2. Beobachtungen an der Hefner-Lampe. Wir benutzten für unsere Versuche vier Lampen, drei von Siemens & Halske gelieferte, die wir als I, II, III unterschieden, und eine von A. Krüss in Hamburg verfertigte (IV), welche uns von dem *Verein von Gas- und Wasserfachmännern* gütigst überlassen worden ist. Die ersteren Lampen wurden mit neuem, aus zusammengelegten Fäden bestehendem Docht versehen, welcher die Dochtröhrchen lose, aber vollständig ausfüllte. Für die letztere Lampe wurde zunächst der beigegebene, aus zylindrischem Gewebe bestehende Docht benutzt. Das Amylacetat war von C. A. F. Kahlbaum in Berlin frisch bezogen.

Der Hauptübelstand, mit welchem man bei der Hefner-Lampe zu kämpfen hat, ist, wie bekannt, die geringe Schärfe der Flammenspitze in Verbindung mit der starken Abhängigkeit der Lichtstärke von der Flammenhöhe. Ein einzelner Beobachter wird vielleicht die letztere immer wieder auf 0,25 bis 0,2 *mm* genau einstellen können. Bei verschiedenen Beobachtern aber werden Abweichungen von 0,5 *mm* und mehr durchaus nichts Auffälliges sein. Diese unvermeidliche Möglichkeit, einen konstanten Fehler zu begehen, ist der grösste Uebelstand der Lampe.

Nicht viel weniger störend sind die fortwährend zwischen nahen Grenzen stattfindenden Schwankungen in der Flammenhöhe, welche durch nicht zu vermeidende Luftströmungen und geringe Explosionen am Flammengrunde sich nur zum Theil erklären lassen. Wegen derselben wurde durch Drehen am Dochttrieb die Flammenhöhe nur ungefähr auf 40 *mm* eingestellt und ähnlich wie bei der Kerze dem am Photometer befindlichen Beobachter jedesmal ein Zeichen gegeben, wenn die richtige Flammenhöhe einige Zeit genau einstand.

Wir geben jetzt die für die Lichtstärken der verschiedenen Lampen gewonnenen Resultate, deren jedes das Mittel aus mindestens 10 Beobachtungen ist und welche zu den verschiedensten Zeiten im Laufe der Untersuchung erhalten sind.

Die mit Lampe II, mit welcher die meisten Beobachtungen angestellt wurden, gewonnenen Resultate, enthält die folgende Tafel. In der zweiten Spalte stehen

Mittlere Lichtstärke (H_{II}) der Lampe II.	Mittlerer Fehler für jede Reihe.
0,3521 G_R	0,35 %
0,3558	0,38
0,3553	0,23
0,3530	0,44
0,3553	0,32
0,3556	0,44
0,3562	0,60
0,3526	0,54
0,3563	0,27

die aus den einzelnen Reihen berechneten mittleren Fehler einer Einstellung. Die

11*

ziemlich grossen Abweichungen der letzteren Werthe erklären sich dadurch, dass die Flammenhöhen bei den verschiedenen Reihen verschieden stark schwankten.

Für Lampe III und Lampe I erzielte man:

$$H_{III} = 0{,}3539\ G_R$$
und $0{,}3558$ „

$$H_{I} = 0{,}3545\ G_R$$
und $0{,}3569$ „

Diese Werthe liegen, wie man sieht, in dem Bereich der von Lampe II gewonnenen. Lampe I brannte aber weniger ruhig als die beiden anderen; der Docht musste verhältnissmässig tief in das Dochtrohr eingeschraubt werden und, wenn die Lampe lange gebrannt hatte, fanden in der Flamme schnell auf einander folgende Explosionen statt. Aus diesem Grunde sind die Zahlen für H_I nicht für das Hauptmittel benutzt worden.

Die vierte vom Gasverein gelieferte Lampe ergab von den bisher angeführten um etwa 3 % abweichende Werthe:

$$H_{IV} = 0{,}3468\ G_R$$
$0{,}3455$ „
$0{,}3452$ „

Da diese Abweichung stets wieder auftrat und die Lampe im Uebrigen sehr ruhig und gut brannte, so konnten wir den Grund nur in dem Docht oder in abweichenden Dimensionen des Dochtrohrs suchen. Dass der Docht nicht die Schuld trug, zeigte sich daran, dass eine Vertauschung des zur Lampe IV gelieferten Dochtes und des in Lampe III befindlichen auf die Leuchtkraft beider Lampen keinen Einfluss hatte. Das Dochtrohr soll nach der Vorschrift eine Höhe von 25 *mm*, eine äussere Weite von 8,3 *mm* und eine innere Weite von 8,0 *mm* haben. Die Höhe erwies sich bei allen Lampen als nahezu richtig. In Bezug auf die Weite ergaben dagegen genaue Messungen:

für Lampe I	den inneren Durchm. zu	7,99 *mm*,	den äusseren Durchm. zu	8,30 *mm*
„ II	„ „ „ „	7,99	„ „ „ „	8,24
„ III	„ „ „ „	7,99	„ „ „ „	8,23
„ IV	„ „ „ „	8,22	„ „ „ „	8,87

Man erkennt, dass der innere Durchmesser bei der vierten Lampe sehr merklich, der äussere beträchtlich grösser ist als bei den von Siemens & Halske gefertigten Lampen. Wir müssen dahingestellt sein lassen, ob diese Unterschiede die Abweichungen in der Leuchtkraft hervorbringen konnten, bis wir eingehendere Untersuchungen über den Einfluss der Dimensionen des Dochtrohres machen können, zumal nach Herrn Liebenthal[1]) dieser Einfluss nur ein sehr geringer sein soll.

Als Gesammtmittel aller einwurfsfreien, mit den von Siemens & Halske gelieferten Lampen erhaltenen Werthe ergiebt sich nun:

$$H = 0{,}3547\ G_R$$

mit einem mittleren Fehler des Resultats von $\pm\,0{,}13$ %.

Die dem Gasverein gehörige Lampe giebt als Mittel:

$$H_{IV} = 0{,}3458\ G_R.$$

[1]) Untersuchungen über die Amylacetatlampe. *Schilling's Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1887.*



3. Endergebniss. Für das Verhältniss der Leuchtkraft der Kerze und der Hefner-Lampe finden wir somit, wenn wir die von Siemens & Halske bezogenen Lampen zu Grunde legen:

$$\frac{K}{H} = \frac{0,4123}{0,3546} = 1,162,$$

und aus der IV. Lampe des Gasvereins:

$$\frac{K}{H_{IV}} = \frac{0,4123}{0,3458} = 1,192 .$$

Da die ersteren Lampen sehr nahe den Vorschriften entsprechen, die vierte Lampe aber nicht, so müssen wir bis auf Weiteres den ersteren Werth für den richtigen halten. Die Lichtmesskommission des *Vereins von Gas- und Wasserfachmännern* hat als vorläufiges Ergebniss ihrer eigenen Vergleichungen:

$$\frac{K}{H} = 1,224$$

erhalten.

Diese Zahl weicht von unserem Werthe für die Siemens'schen Lampen um nahezu 6%, von unserem Werthe für die vom Verein bezogene Lampe nur um etwa 3% ab. Wie letztere Differenz, welche immer noch beträchtlich grösser ist als die Unsicherheit des von uns erhaltenen Werthes, zu erklären ist, darüber können wir nicht einmal Vermuthungen aufstellen, da uns Einzelheiten über die Beobachtungen der Lichtmesskommission vorläufig nicht bekannt sind.

Ueber eine neue Fernrohrkombination zum Zwecke des Richtens schwerer Geschütze auf Kriegsschiffen.

Von

Dr. **Hugo Schroeder** in London.

Vor längerer Zeit erhielt ich von den Herren Ross & Co. hierselbst den Auftrag, eine neue Fernrohrkombination zu konstruiren, welche möglichst die nachstehenden Bedingungen erfüllen sollte:

1. Aufrechtes Bild eines entfernten Objektes.
2. Linearvergrösserung in den Grenzen von 7 bis 21mal kontinuirlich veränderlich.
3. Scheinbares Sehfeld nicht unter 30°, konstant während der Aenderung der Vergrösserung.
4. Freie Objektivöffnung von 2 *engl. Zoll* (50,8 *mm*).
5. Aeussere Länge des Fernrohrs (möglichst nahe konstant während der Aenderung der Vergrösserung) ungefähr 2 *engl. Fuss* (610 *mm*).
6. Kein reelles Bild darf in der Nähe einer Linsenfläche liegen.
7. Ein Mikrometer oder Fadennetz muss ohne Schwierigkeit anzubringen und für jede Sehweite justirbar sein.
8. Wenn das Bild eines entfernten Objektes mit dem Fadennetz zusammenfällt, so muss man die Vergrösserung des Fernrohres in den Grenzen von 7 bis 21 mal ändern können, ohne dass dieses Zusammenfallen beeinträchtigt wird und ohne die Fokussirung des Fernrohrs zu stören.
9. Während diese Vergrösserungsänderung vor sich geht und das Bild des Objektes in gleicher Schärfe sichtbar bleibt, darf sich der Aplanatismus des Instrumentes weder in noch ausser der Axe merklich ändern.



10. Die Entfernung des Auges von der letzten Okularlinse darf nicht unter 1 *engl. Zoll* (25,4 *mm*) sein.

Wie man sieht, ist die gleichzeitige Erfüllung dieser 10 Bedingungen weder einfach, noch leicht, selbst wenn man von einer 11. Bedingung, dass das Instrument billig herstellbar sein soll, ganz absieht. Man findet auch keinerlei Anleitung zur Konstruktion eines solchen oder ähnlichen Fernrohres in den bisher vorhandenen Lehrbüchern, welche zur Herstellung optischer Instrumente geschrieben sind, da es an einer allgemeinen Theorie zur Herstellung optischer Instrumente leider immer noch fehlt. Prof. Petzval's prächtiges Programm, das eine solche versprach, ist leider nur Ankündigung geblieben![1])

Was darüber bisher selbst in den besten physikalischen Lehrbüchern geboten wird, ist gleichfalls unzureichend für die praktische Anwendung der geometrischen Optik! Es wäre daher wohl zu wünschen, dass diese Lücke recht bald durch ein brauchbares, für den praktischen Optiker völlig verständliches Werk, ausgefüllt würde![2])

Die vorstehenden zehn Bedingungen zu motiviren, erscheint mir überflüssig, da es leicht ersichtlich ist, dass dieselben für den vorliegenden Zweck nothwendig sind. Es würde nun die Grenzen dieser Abhandlung weit überschreiten, wollte ich hier eine vollständige Anleitung zur Herstellung eines solchen Fernrohrs geben, die ausserdem sämmtliche Formeln nebst einem Rechnungsbeispiel enthalten müsste. Ich muss mich daher auf die Beschreibung des Weges, auf welchem ich zu einem befriedigenden Resultate gelangt bin, sowie auf eine Erläuterung der Art, wie ich das Problem gelöst habe und eine allgemeine Beschreibung des Fernrohrs selbst hier beschränken.

Jeder Sachkundige wird gewiss zuerst daran denken, zumal das Instrument so sehr kurz sein soll, ob sich nicht irgend eine Form des Galilei'schen Fernrohres dazu brauchen lässt? Man findet nun freilich in den physikalischen Lehrbüchern, dass sich die 7. Bedingung, das Anbringen eines Fadennetzes, bei diesem Fernrohre nicht verwirklichen lässt. Dennoch lässt sich ein Fadenkreuz, sogar auf zwei verschiedene Arten, im Galilei'schen Fernrohre anbringen. Die erstere Art wird bei Taschennivellirinstrumenten und anderen für den Gebrauch auf Reisen bestimmten Instrumenten angewendet (*diese Zeitschr. 1887. S. 183*); bei der Ausführung dieser Art benutzt man eine kleine, an den Rändern scharf geschliffene, bikonvexe oder plankonvexe Linse, deren Diameter erheblich kleiner als die Pupille des Auges des Beobachters ist (etwa 1,5 bis 2 *mm* Diameter); die Brennweite dieser kleinen Linse wird nun in der Weise berechnet, dass ein scharfes Bild des Fadennetzes, das zwischen dem Objektiv und dem negativen Okular angebracht ist, in der Weite des deutlichen Sehens des Beobachters entworfen wird. Aus Figur 1 ist diese Anordnung ersichtlich. In *a* befindet sich das Objektiv, in *b* das negative Okular, in *c* die mit Hilfe von Canadabalsam aufgekittete kleine Linse und in *d* das Fadenkreuz. Das Auge des Beobachters erhält nun Lichtstrahlen vom Fadenkreuz durch die Linsen *b* und *c*, während es durch die Linsen *a* und *b* nur Lichtstrahlen vom Objektiv erhält, welche das Bild des Objektes erzeugen. Durch Regulirung der Entfernungen dieser Theile

[1]) Man findet dieses Programm in den Schriften der Wiener Akademie der Wissenschaften, Sitzung vom 16. April 1857. Vorträge, Fortsetzung des Berichtes über optische Untersuchungen von Prof. Jos. Petzval. — [2]) Das in *dieser Zeitschrift, 1889. S. 379* angekündigte und bald zu erwartende *Handbuch der angewandten Optik* von Steinheil und Voit wird hoffentlich zur Ausfüllung dieser Lücke beitragen. A. d. R.

kann man es leicht dahin bringen, dass das Bild eines entfernten Objektes mit dem Bilde des Fadenkreuzes in einer der deutlichen Sehweite des Beobachters entsprechenden Ebene zusammen fällt. Die zweite Art der Anordnung, welche in Figur 2 dargestellt

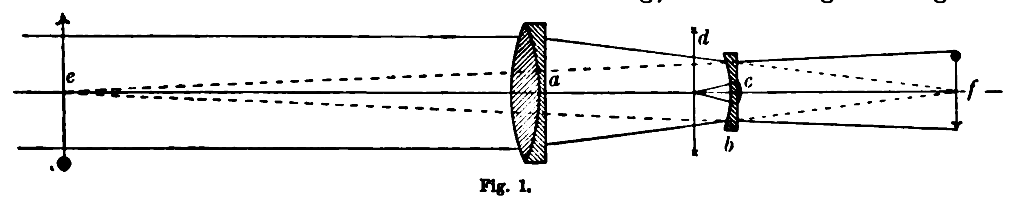


Fig. 1.

ist, besteht in der Anwendung eines sogenannten (Fadenbild-)*Ghost*-Mikrometers. In Figur 2 bedeutet *a* das Objektiv, *b* das negative Okular, *c* eine sehr dicke Planparallelplatte, welche um 45° gegen die optische Axe geneigt ist; *d* ist eine Linse, welche von dem Mikrometer *e* in *E* ein Bild entwerfen würde, wenn die Strahlen nicht vorher durch die vordere Planfläche der dicken Planparallelplatte aufgefangen und sich in der Ebene *F* zu einem virtuellen Bilde des Mikrometers *e* vereinigen würden. Das hierzu nöthige Licht erhält das Mikrometer durch den in *g* befindlichen Hohlspiegel, welcher bei Tage das Licht vom Himmel empfängt und bei Nacht durch künstliches Licht beleuchtet wird. In *f* entwirft das Objektiv *a* das reelle Bild eines entfernten Gegenstandes; von diesem reellen Bilde entwirft das negative Okular *b* ein virtuelles Bild in der Ebene *F*, die in der Weite des deutlichen Sehens des Beobachters belegen sein muss. Durch Regulirung der Entfernung *de* kann man immer die genaue Koïnzidenz beider Bilder in *F* erzielen. Es ist nöthig, dass die Planparallelplatte sehr dick ist, damit das zweite, an der vom Auge aus hinteren Fläche erzeugte Bild des Mikrometers genügend weit von der Ebene *F* entfernt liegt, um nicht störend zu wirken. Selbstverständlich muss bei Messungen mit diesem Apparat auf die seitliche Verschiebung des Bildes des Objektes durch den Einfluss der Platte *c* Rücksicht genommen werden. Diese Anordnung könnte vielleicht gute Dienste in der Astronomie leisten, vielleicht zur Ausmessung schwacher, sehr

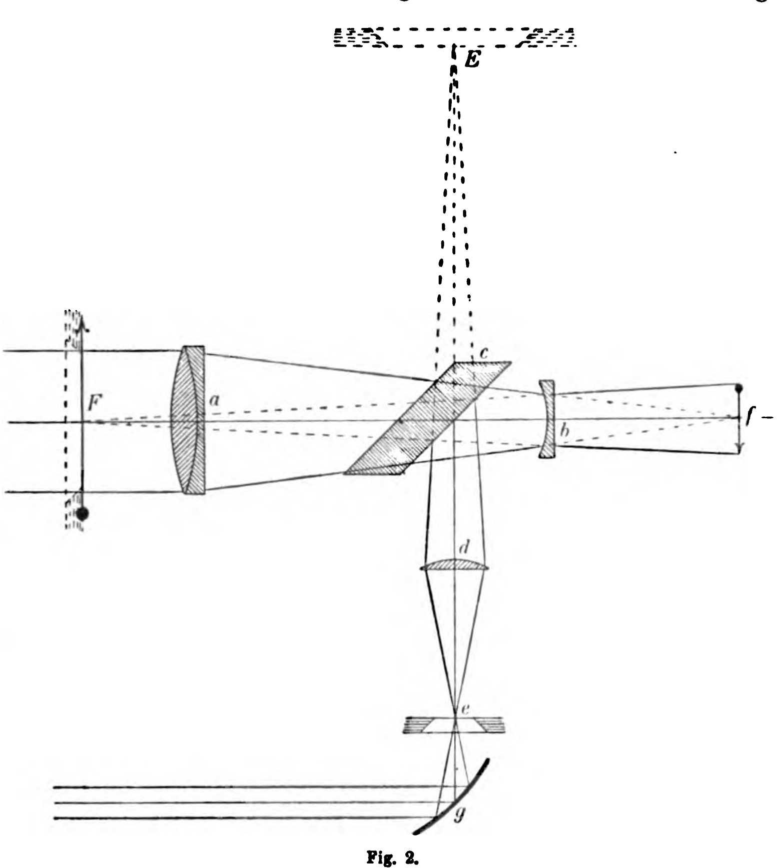


Fig. 2.

ausgedehnter Nebel, Sternhaufen, Kometenschweife u. s. w., welche man zuweilen mit starken Operngläsern betrachtet, die leicht mit diesem Mikrometer versehen werden können; auch zur Beobachtung der Bahn kleiner Meteore wird sich vielleicht ein Opernglas mit grossem Sehfeld und schwacher Vergrösserung brauchbar zeigen, wenn dieses Mikrometer durch ein photographisches Netz hergestellt ist, dessen im virtuellen Bild gesehene Felder einem bestimmten angularen Werth am Himmel entsprechen. Bei dieser Anordnung können demnach die Bedingungen No. 1, 4, 5, 6 und 7 erfüllt werden und auch die 2. Bedingung der variablen Vergrösserung in der Weise, dass man das negative Okular aus zwei Linsen mit variabler Entfernung herstellt. Indess wird sich wohl schwerlich jemals die 3. Bedingung eines 30° grossen scheinbaren[1]), ausserdem für 7 bis 21 malige Vergrösserung konstanten Sehfeldes bei der Galilei'schen Fernrohrkonstruktion erfüllen lassen. Ich war daher leider genöthigt, diese sonst so einfache Konstruktion für den vorliegenden Zweck fallen zu lassen und mich zur Klasse der terrestrischen Fernrohre zu wenden.

Es kam also nun darauf an, ein terrestrisches Fernrohr zu konstruiren, das den geforderten zehn Bedingungen entsprechen konnte; mir war wenigstens weiter keine Linsenkombination bekannt, welche die Bedingung Nr. 1 „eines aufrechten Bildes“ erfüllt. Ich habe früher freilich einmal den Versuch zur Herstellung von Objektiven gemacht, welche aufrechte Bilder erzeugen, so dass ein gewöhnliches astronomisches Okular mit solchem Objektiv verbunden ein Fernrohr mit aufrechtem Bilde darstellen kann. Es gestalten sich jedoch im Allgemeinen die Verhältnisse ungünstiger bei der Aufrichtung des Bildes durch das Objektiv wie durch das Okular. Auch Hansen giebt in seinen *Dioptrischen Untersuchungen, S. 767,* eine Objektivkonstruktion an, welche gleichfalls ein aufrechtes Bild liefert. Hansen's Konstruktion ist aber noch unpraktischer wie die meinige. Betrachtet man die Sache etwas genauer, so findet man leicht folgenden Satz: „Ein beliebiges System bilderzeugender Elemente, deren Vorzeichen gleichfalls beliebig sind, erzeugt immer ein aufrechtes reelles und umgekehrtes virtuelles Bild von irgend einem Objekt oder optischen Bilde, sobald die äquivalente Linse dieses Systems ein negatives Vorzeichen hat.“ Man kann sich von vornherein leicht von der Richtigkeit dieses Satzes an naheliegenden Beispielen sowohl katoptrischer als auch dioptrischer und katoptrisch-dioptrischer Anordnung überzeugen. Ist dagegen das Vorzeichen der äquivalenten Linse des Systems positiv, so erzeugt das System umgekehrte reelle und aufrechte virtuelle Bilder. Setzt man in solchem System ein Element variabel, um zu erfahren, wo die Umkehrung dieser Vorzeichen vor sich geht, so findet man, dass dieselbe sich in dem Augenblick vollzieht, wenn die Brennweite der äquivalenten Linse unendlich, das System also ein teleskopisches wird. Für den vorliegenden Zweck sind daher nur solche Systeme verwendbar, bei welchen die äquivalente Linse ein negatives Vorzeichen besitzt und auch bei der (behufs Vergrösserungsänderung) vorzunehmenden Variation der Linsendistanzen das negative Vorzeichen behält. Die zehnte Bedingung verlangt nun aber, die

[1]) Unter scheinbarem Sehfelde verstehe ich den Winkel, unter welchem sich die beiden Hauptstrahlen (welche nach dem Rande des Sehfeldes zielen) beim Verlassen des Instruments und im ersten Kardinalpunkt des Auges schneiden sollen. Dividirt man diesen Winkel (oder richtiger dessen Tangente) durch die Vergrösserungszahl des Instrumentes, so erhält man den Sehwinkel, bezw. dessen Tangente, unter welchem das Objekt dem blossen Auge erscheint. Beim Galilei'schen Fernrohr kann bekanntlich der erste Kardinalpunkt des Auges nicht nahe genug an den Scheitel dieses Winkels der Kardinalstrahlen gelangen, wodurch das Sehfeld verringert wird.



Augendistanz an der letzten Linse grösser als 1 *Zoll* zu machen. Da nun der Ort des Auges durch die Lage der Austrittspupille des Fernrohrs bestimmt ist, so führt dieser Umstand die fernere Beschränkung herbei, dass die Bestandlinsen des Okularsystems nur positive Brennweite haben dürfen, da man sonst Gefahr liefe, dass die Austrittspupille entweder zu nahe der letzten Okularlinse läge oder sich gar zwischen die beiden letzten Linsen verkröche. Die Innehaltung der konstanten Grösse des scheinbaren Sehfeldes wird nun dadurch erzielt, dass die Kardinalstrahlen überall hinreichend Raum erhalten und weder durch eine Linsenfassung noch durch eins der Diaphragmen (während der Variation der Vergrösserung) aufgehalten werden.

Die Anzahl der anzuwendenden Linsen ergiebt sich aus dem Umstande, dass nicht mehr, wie der Aplanatismus erfordert, angewendet werden dürfen, um nicht die Intensität des einfallenden Lichtes unnütz zu schwächen. Es würden vier einfache Linsen, wie gewöhnlich, hierzu ausreichend sein, wenn die Bedingung Nr. 2 nicht wäre [1]). Die Farbengleichung (gleiche Grösse der verschiedenfarbigen Bilder), welche zu erfüllen ist, erfordert bekanntlich für ihren Nullwerth, dass die Brennweiten und Distanzen der Linsen konstant bleiben, was nicht möglich ist, wenn die Vergrösserung des Instruments sich ändern soll. Man kann indess den Nullwerth der Farbengleichung konstant erhalten, wenn diejenigen Bestandlinsen des Systems, welche ihre Distanzen ändern, in der Farbengleichung mit dem Koeffizienten gleich Null auftreten, d. h. dass dieselben für sich unabhängig achromatisirt sind. Nach Nr. 9 sollen nun aber auch die Anomalien (Aberrationen ausser der Axe) während der variirenden Vergrösserung möglichst gehoben bleiben. Es wird dies in ähnlicher Weise bewirkt wie bei der konstanten Achromasie. Die Kardinalstrahlen durchsetzen die beweglichen Linsen des Systems vollständig oder doch sehr nahe dem Kardinalpunkte derselben, wodurch die Linsen bekanntlich nahe unabhängig von diesen Aenderungen werden, vorausgesetzt, dass auch diese Linsen für sich allein nahe frei von den Abweichungen ausser der Axe gemacht sind. Zu diesem Zweck ist es nun allerdings nothwendig, dass wenigstens eine der Linsen aus einem dreifach verkitteten Achromaten und eine andere aus einem verkitteten Doppelachromaten besteht.

Es fragt sich also noch, welche unter den vielen möglichen Kombinationen solcher Okulare zu unserem Zweck brauchbar sind. Wäre nicht die Bedingung No. 5 vorhanden, so wäre die Auswahl sehr gross; diese Bedingung lässt aber nur eine Konstruktion brauchbar erscheinen (wenn das Objektiv nicht eine unbrauchbar kurze Brennweite erhalten soll), welche auch zugleich No. 7 erfüllt. Diese Konstruktion findet sich in Littrow's *Dioptrik*, welche ich zu diesem Zweck konsultirte, da dieselbe alle möglichen terrestrischen Okulartypen (aus 4 einfachen Linsen bestehend) enthält. Man findet eine passende Konstruktion auf S. 337 § 4 angegeben. Die reellen Bilder dieses Okulars liegen zwischen der II. und

[1]) Terrestrische Okulare, welche eine veränderliche Vergrösserung gestatten, sind bereits von Dollond erfunden und angewendet worden und unter dem ihnen von Kitchiner gegebenen Namen der pankratischen Okulare bekannt; diese bestehen aber in nichts Anderem als den gewöhnlichen terrestrischen Vier-Linsen-Okularen, welche die Bedingung der Aplanasie nur für eine bestimmte Linsendistanz erfüllen können und ausserdem für eine solche Variation in der Veränderung ihrer äquivalenten Brennweite, wie sie Nr. 2 erfordert und welche sich bis auf das Dreifache des Aequivalents erstreckt, eine ganz unbrauchbare Länge erhalten würden; ferner würden sie durch die grosse Verlängerung des Tubus das Objektivbild in die erste Linsenfläche bringen, was gegen die Bedingung Nr. 6 verstossen würde; auch könnte mit solchen Okularen schwerlich Nr. 3 erfüllt werden.



r Lage des ersten reellen Bildes
strument kurz und in Folge der
r Linse III und IV lässt sich ein
Länge justiren, da die letzten beiden
schen Mikrometerokular wirken.
...mals in: „On the Theorie of Telescopic Eye-glasses.
... S. 619“ angegeben, woselbst sich auch die
... Klügel in seiner „*Analytischen Dioptrik*“ auf ganz
... auf S. 213 aufgeführt und dessen Formel identisch
... Okular wäre indess weder von englischen, noch deut-
... worden! Ich vermuthe, dass dieses Okular, unter der
... terrestrischen Okulare, von Steinheil senior in den
... worden ist, da sich in einer alten Preisliste Steinheil's ein
... angeführt findet, das die Fokallänge des Objektivs nur um 2 *Zoll* (?)
... allerdings klar, warum dieses durch seine Kürze sich aus-
... keinen Beifall bei den praktischen Optikern gefunden hat.
... Anordnung aus vier einfachen Linsen ausgeführt wird, erreicht
... sphärischen Aberration Beträge, welche geeignet sind, das
... gänzlich zu verderben! Diese Thatsache mag auf den
... erscheinen, die Ursache ist jedoch leicht erklärlich,
... allen gebräuchlichen terrestrischen Okularen das Bild
... reelle Bild im Okular ist und vor der I. Okularlinse liegt,
... zwischen der III. und IV. Okularlinse. Die Folge davon
... dass zwischen der I. und II. Okularlinse eine
... Strahlenkegel stattfindet, so dass dort eine sehr enge Blende
... ohne die Lichtstärke des Instruments zu beeinträchtigen.
... werden nun sehr viele Aberrationsrester, welche dem
... die in dem vorhererwähnten Okular mit ihrem vollen
... würden, da bei demselben eine so enge Blende nicht
... die Intensität des Lichtes empfindlich zu schwächen.
... erwähnten Okulartypus meinen weiteren Rechnungen zu
... darauf an, die Länge dieses Okulars bei den statt-
... Veränderungen des Aequivalents auf ein Minimum zu reduziren.
... dadurch, dass ich eine der willkürlich Variablen in
... annahm, dass die Längenvariation des ganzen Okulars
... wurde aus diesem Grunde die II. Okularlinse, welche
... Mikroskop wirkt, so bestimmt, dass die Variation
... dieser Linse in zwei gleiche Theile getheilt wurde, deren
... deren einer Theil das erste reelle Bild im Minimum
... als im Maximum vergrössert. Nähert man also die
... reellen Bilde, so wächst die Gesammtvergrösserung des
... dieselbe vom ersten reellen Bilde, so nimmt diese Ver-
... Folge der Hinausziehung der inversen Vergrösserung sind be-
... Aenderungen der Vergrösserung an verhältnissmässig kleine Ver-
... Linse gebunden. Das von dieser Linse erzeugte zweite reelle
... Entfernung vom ersten reellen Bilde hierbei nur in sehr engen
... daher zur kontinuirlichen Fokussirung, welche durch die Bedin-
... vorgeschrieben ist, nur einer sehr geringen Bewegung der Okularlinsen III

und IV (das zugehörige Mikrometer eingeschlossen); da hiervon zugleich die Aenderung der Gesammtlänge des Instrumentes abhängt, so ist auch die Bedingung Nr. 5 hierdurch erfüllt. Bei dieser Anordnung steht also die verschiebbare zweite Okularlinse in ihrer mittleren Vergrösserungskraft im Doppelfokus zu den beiden ihr zugeordneten reellen Bildern. Die Okularlinsen III und IV, welche fest mit einander verbunden eine Art Ramsden'schen Okulars bilden, sind gegen das Mikrometer aus freier Hand verschiebbar, um der Bedingung Nr. 7, der Justirung für jede Augenweite, zu genügen. Die Fokussirung des Objektes auf die feste Lage des ersten reellen Bildes, das hier gegen die I. Okularlinse in unveränderter Stellung bleiben muss, geschieht durch die Feinstellung des Objektives, welche ähnlich der für die englischen Nivellirinstrumente gebräuchlichen Anordnung ist.

Die mechanische Einrichtung, welche dazu dient, die Bewegung sowohl der II. Okularlinse, als auch gleichzeitig der mit einander und dem Mikrometer verbundenen Okularlinsen III und IV zu bewerkstelligen, besteht aus einem das Okularrohr konzentrisch umschliessenden Tubus, welcher zwei Gleitkurven enthält, Spiraläste, deren Elemente sich leicht aus den Elementen der Bildbewegung ableiten lassen. In diesen Gleitkurven bewegen sich die Gleitbacken, welche auf je einem der beiden inneren Tuben befestigt sind, von welchen der erste Tubus die II. Linse und der zweite Tubus sowohl das Mikrometer als auch die Fassungen der III. und IV. Okularlinse enthält. Ausserdem sind natürlich diese beiden Tuben mit Gleitbacken versehen, welche sich in einem Schlitz bewegen, der parallel mit der Axe des Tubus sich im Okulartubus befindet, um diese Tuben an einer Drehung um ihre eigne Axe zu hindern. Der Tubus, welcher die Gleitkurven enthält, ist mit einem geränderten Ring fest und konzentrisch verbunden. Wird derselbe durch die Hand des Beobachters in Umdrehung versetzt, so bewegen sich die Gleitbacken in den Gleitkurven und verursachen die oben beschriebenen Bewegungen der drei beweglichen Okularlinsen und des Mikrometers in der Weise, dass sich nur die Bildgrösse des gesehenen Objektes ändert, ohne die Lage desselben in der Weite des deutlichen Sehens des Beobachters zu verändern.

Der Vortheil dieser Einrichtung für den vorliegenden Zweck ist leicht ersichtlich; ohne jeden Zeitverlust kann man sofort diejenige Vergrösserung des Bildes erzeugen, welche der jeweilig vorhandenen mangelhaften Durchsichtigkeit der Luft oder der mangelhaften Beleuchtung des Objektes entspricht, ohne die Richtigkeit der Visirlinie zu beeinträchtigen. An dem geränderten Ringe, der mit dem drehbaren Tubus fest verbunden ist, befindet sich zugleich eine Theilung, welche die jeweilig erzeugte Vergrösserung des Instrumentes angiebt. Die ganze Bewegung des Tubus, welche nöthig ist, um die Veränderung der Vergrösserung (von 7 bis 21 mal) hervorzubringen, beträgt ungefähr eine volle Umdrehung desselben. Die Aenderung in der äussern Länge des Instrumentes ist dabei geringer als der Abstand des Auges von der letzten Linse, so dass die Stellung des Auges in keiner Weise dadurch unangenehm berührt wird. Einen merkwürdigen Eindruck macht aber doch die Erscheinung einer so beträchtlichen Aenderung der Vergrösserung zuerst auf den Beschauer, besonders da das Bild während dieser Aenderung nicht verschwindet, sondern in gleicher Deutlichkeit sichtbar bleibt; es hat noch die meiste Aehnlichkeit mit dem Eindruck, den die bekannten Phantasmagorien auf den Beschauer machen. Wächst die Vergrösserung, so scheint das Bild sich dem Beobachter zu nähern; verringert sich die Vergrösserung dagegen, so scheint sich das Bild zu entfernen. Dass sich diese Einrichtung auch für andere optische Zwecke verwerthen lässt, ist leicht er-



sichtlich; überall wo es sich um ein Linsensystem von kontinuirlich veränderlichem Fokus handelt, wird sich dieselbe (wenn dem Gegenstand genügend angepasst) bewähren. Ich erwähne zunächst die kleinen terrestrischen Doppelfernrohre für Touristen, ferner Okulare für Dissektionsmikroskope, zur Projektion von Objekten u. s. w. Man darf auch nicht glauben, dass man an das Verhältniss 1 : 3 gebunden ist, das in diesem Spezialfall vorgeschrieben war; es lassen sich viel grössere Verschiedenheiten in der Vergrösserung erzeugen. Eine Eigenthümlichkeit in dieser Okularkonstruktion darf wohl nicht unerwähnt bleiben; es zeigte sich nämlich in der Berechnung, dass der Einfluss der Oeffnung des Objektivs auf die Grösse des Sehfeldes bei den niedrigen Vergrösserungen nicht vernachlässigt werden durfte, was ja in der Regel, mit Ausnahme des Galilei'schen Fernrohres, geschieht. Verengt man z. B. bei 7maliger Vergrösserung die Objektivöffnung von 2 *Zoll* durch ein vor das Objektiv gestelltes Diaphragma, so erscheint das Sehfeld sofort verengt und von einem breiten, verwaschenen gelbgrünen Saum begrenzt. Steigert man alsdann die Vergrösserung durch Drehung des geränderten Ringes, so erweitert sich dieser verwaschene gelbgrüne Saum, bis er endlich hinter dem scharfbegrenzten Diaphragma des Sehfeldes verschwindet. Betrachtet man z. B. bei 7maliger Vergrösserung von dem Hintergrunde eines Zimmers aus durch das offne Fenster eine Landschaft, so kann leicht der Fall eintreten, dass der augulare Werth der Fensterbreite kleiner wie das Sehfeld ist und es erscheinen dann im Fernrohr die Seiten der Fensteröffnung als verschwommene Schatten, welche das Feld beeinträchtigen. Man ersieht hieraus, dass dieses Fernrohr in seinen Eigenschaften sich dem Galilei'schen Fernrohr nähert und gewissermaassen als ein Zwischenglied zwischen dem Kepler'schen und dem Galilei'schen angesehen werden kann, wie eigentlich jedes terrestrische Fernrohr; es treten nur die Eigenschaften des Galilei'schen Rohres nicht so prägnant bei den bisherigen terrestrischen Fernrohren hervor.

Nebenstehende Figur 3 soll zum Schluss dazu dienen, dem Leser die Anordnung dieses Fernrohrs in seinen optischen Theilen vorzuführen. *a* stellt das Objektiv dar, *b* die erste Okularlinse, *c* die bewegliche II. Okularlinse (dreifacher Achromat),

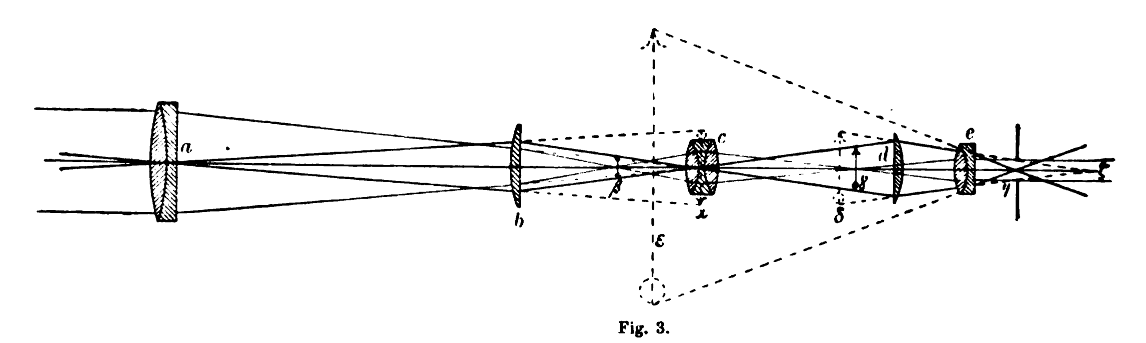


Fig. 3.

d die III. Okularlinse (Kollektiv des Ramsden'schen Okulars), *e* die IV. Okularlinse (Augenglas des Ramsden'schen Okulars, Doppelachromat). Das erste reelle Bild befindet sich in β (das in seiner Lage gegen *b* unbeweglich gedacht werden muss), das zweite reelle Bild in γ; von diesem erzeugt die Linse *d* das virtuelle Bild δ und von diesem die Linse *e* das virtuelle Bild ε, welches in der deutlichen Sehweite des Beobachters liegt. Die in *a* sich kreuzenden Kardinalstrahlen kreuzen sich zum zweiten Mal in der Linse *c* (in ihrer mittlern Stellung gedacht) und erzeugen hier das erste Bild der Objektivfassung; alsdann kreuzen sich dieselben

zum dritten Mal in ζ und zum vierten Mal in η, woselbst das letzte Bild der Objektivfassung, nach Professor Abbe's Bezeichnung die Austrittspupille des Instruments, erzeugt wird. Das Mikrometer befindet sich in γ. Die durch feinere Linien angedeuteten Strahlenkegel bedeuten die von dem parallel zur Hauptaxe des Instruments einfallenden Strahlenbündel erzeugten Lichtkegel, welche natürlich das Okular in *e* wieder parallel verlassen. Um die Figur 3 nicht mit Linien zu überladen, sind die geneigt zur Hauptaxe den Rand des Objektivs durchsetzenden Strahlenkegel fortgelassen.

Ueber ein neues Doppelbildmikrometer.

Von

Dr. V. Wellmann in Berlin.

In Nr. 2914 der *Astronomischen Nachrichten* habe ich in kurzen Umrissen ein neues, auf dem Prinzip der Doppelbrechung beruhendes Mikrometer beschrieben und gebe in Folgendem eine nähere Beschreibung desselben, sowie einige weitere Angaben über die Art der Beobachtung mit ihm.

Den Apparat habe ich hauptsächlich in der Absicht konstruirt, um von den Schraubenfehlern frei zu werden; abgesehen indess hiervon wird derselbe zu speziellen Untersuchungen, z. B. Messungen von Doppelsternen, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, mit Vortheil verwendbar sein.

Der Apparat beruht auf folgendem Prinzip. Betrachtet man durch ein achromatisches, sog. Rochon'sches Prisma aus Bergkrystall, bzw. isländischem Doppelspath, einen Punkt, so erblickt man zwei Bilder desselben, von denen sich das eine, das extraordinäre, um das andere, das ordinäre bewegt, wenn man das Prisma um den Visionsradius dreht, und zwar erfolgen beide Bewegungen genau um den gleichen Winkel. Betrachtet man also statt eines Punktes eine gerade Linie — den im Brennpunkte des Fernrohres aufgespannten Faden — so erblickt man zwei Fadenbilder, welche, einander stets parallel bleibend, um einander oszilliren, so zwar, dass ihr Abstand Δ gegeben ist durch den Ausdruck:

$$\Delta = \mu \sin\varphi,$$

wo μ eine Konstante und φ den Winkel bedeutet, um welchen man das Prisma aus der Null-Lage, d. h. derjenigen Stellung, bei welcher beide Fadenbilder sich decken, gedreht hat. Mit diesen beiden Fadenbildern operirt man nun wie mit dem festen und beweglichen Faden eines Fadenmikrometers.

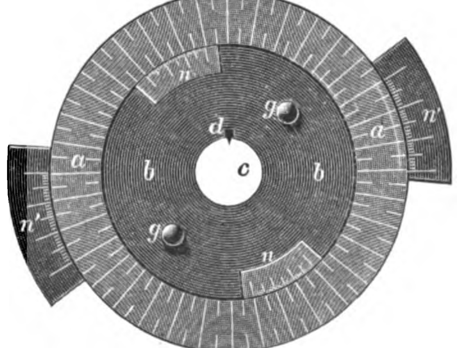


Fig. 1.

Der von Herrn O. Fennel in Kassel angefertigte und von Herrn C. Reichel in Berlin weiter ausgearbeitete und dem grossen Refraktor der Berliner Sternwarte angepasste Apparat hat folgende Form. An einem Ansatzrohr, mit diesem fest verbunden, befindet sich ein in halbe Grade getheilter Kreis von 11 *cm* Radius, *aa* (Fig. 1). Innerhalb desselben dreht sich eine Kreisscheibe *bb*, welche in der Mitte eine Oeffnung zur Aufnahme des Okulars mit Prisma hat. Diese Oeffnung *c* ist kreisförmig und mit einem kleinen, nach innen gerichteten Sporn *d* versehen, welcher in einen Schlitz des Okularrohres

eingreift und dadurch eine Drehung desselben verhindert. Das Okularglas steckt, mit dem Prisma fest verbunden, in einem, mit dem erwähnten Schlitz versehenen Rohr, welches in die Oeffnung *c* gepasst wird. An diesem Rohre befindet sich eine in 0,2 mm getheilte Skale, welche es ermöglicht, das Okular stets in eine ganz bestimmte Entfernung vom Fadenkreuz einzustellen, und eine Klemme *k* (Fig. 2), welche diese Einstellung sichert. In der Kreisscheibe *bb* sind an zwei gegenüberliegenden Stellen zwei Nonien *nn* angebracht, welche eine Ablesung der Drehung auf 1′ gestatten. *gg* sind zwei Knöpfe, mittels deren man die Scheibe dreht. Um gleichzeitig Positionswinkel messen zu können, ist das ganze Ansatzrohr um die optische Axe des Fernrohrs drehbar, und mit dem Fernrohr fest verbunden sind zwei Nonien *n′n′*, welche gleichfalls die Ablesung auf 1′ gestatten. Die Drehung des ganzen Ansatzrohrs kann durch einen Exzenter geklemmt werden. In der Fokalebene — also innerhalb der Oeffnung *c* — ist ein Fadenkreuz von je drei Fäden ausgespannt, deren Abstände um ein geringes kleiner sind als das doppelte der Maximalelongation μ, so dass also der ganze Raum zwischen ihnen durch ein bewegliches Fadenbild, entweder von der einen oder von der anderen Seite her, bestrichen werden kann. Hierdurch werden Messungen von Abständen bis zu nahe dem fünffachen der Maximalelongation ermöglicht. Das angewandte Prisma hat einen brechenden Winkel von 45°, die Vergrösserung ist 400fach. Ausserdem sind noch Kombinationen von 600, 300 und 200facher Vergrösserung mit Prismen von 25°, 45° und 70°, welche von den Herren Fr. Schmidt & Haensch herrühren, hergestellt. Fig. 2 giebt eine perspektivische Ansicht des Apparats in seiner Verbindung mit dem grossen Refraktor.

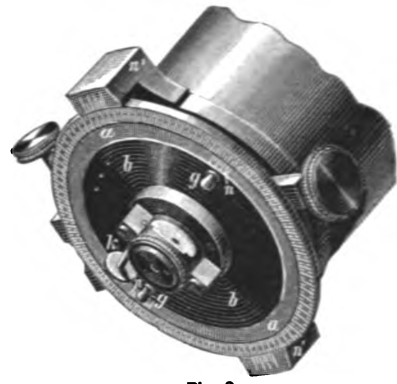


Fig. 2.

Mit den beiden Fadenbildern kann man nun, wie gesagt, ebenso operiren wie mit den Fäden eines Fadenmikrometers und hat dabei den Vortheil, dass man, ohne das Fadenkreuz zu drehen, zugleich Rektaszensions- und Deklinationsdifferenzen messen kann, indem man bei einer vollen Umdrehung der Scheibe *bb* zwei Rektaszensions- und zwei Deklinationsbestimmungen erhält. Ganz besonderen Vortheil aber gewährt das Instrument bei Messungen von Doppelsternen. Stellt man nämlich das eine Fadenbild *aa* (Fig. 3) auf die eine Sternkomponente 1, und bringt das andere Fadenbild *bb* zur Bisektion des anderen Sternes 2, so fällt zugleich das extraordinäre Bild des ersten Sternes 1′ auf den Faden *bb*, d. h. die drei Sternbilder 1, 2, 1′ bilden genau einen rechten Winkel. Man beobachtet nun so, dass man, ohne an die Bisektion gebunden zu sein, das Prisma so weit dreht, dass die Sternbilder einen rechten Winkel bilden, wobei das Fadenkreuz zur Richtschnur genommen wird. Die Einstellung des rechten Winkels ist mit grosser Genauigkeit auszuführen und bietet vor der Methode der Bisektion den grossen Vortheil, dass man von dem, eine genaue Bisektion so sehr erschwerenden Springen der Sterne unabhängig wird. In der That haben die von Herrn Dr. Knorre mit dem Apparat angestellten Beobachtungen von Doppelsternen denn auch eine ausser-

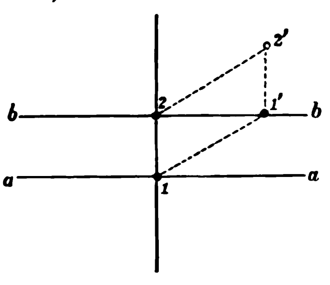


Fig. 3.

ordentliche Genauigkeit ergeben. Betreffs der Bestimmung von Positionswinkeln verweise ich auf *Astronomische Nachrichten 2914.*

Ich will hier einige Worte hinzufügen über eine mit dem Apparat wohl mit Vortheil zu verbindende Registireinrichtung. Bei Beobachtung schwieriger Objekte, wie engere Doppelsterne es sind, wird es sehr störend empfunden, dass das Auge von dem äusserst schwachen Licht der Sterne sich auf die hell erleuchtete Metallfläche des Kreises wenden muss, und umgekehrt. Hierdurch wird nicht nur das Auge beträchtlich angestrengt, sondern es tritt auch ein nicht unerheblicher Zeitverlust ein, da man nach Ablesung des Kreises erst wieder die Ausdehnung der Pupille abwarten muss; schliesslich ist klar, dass auch die Genauigkeit der Beobachtung durch diese Erschwerung der Augenarbeit beeinträchtigt werden muss. — Um diesem Uebelstande abzuhelfen, habe ich Ringe aus Gelatine herstellen lassen, welche, leicht befeuchtet, auf den getheilten Kreis aufgedrückt, auf diesem haften bleiben. An der Kreisscheibe *bb* (Fig. 1) wird zum Zwecke der Registrirung an einem Γförmigen Arme eine Schneide befestigt, welche beim Niederdrücken auf den Gelatinering einen Strich einritzt, der später bequem abgelesen werden kann. Der Ring ist leicht abzulösen und durch einen neuen zu ersetzen[1]).

Ich komme nun zu einer kurzen Darstellung der Fehlerquellen des Instruments.

Zunächst muss als ein Nachtheil erwähnt werden, dass naturgemäss die Helligkeit der Bilder auf die Hälfte reduzirt ist. Wenn man indessen bedenkt, dass dieser Mangel in gleichem Maasse dem Heliometer anhaftet, das doch zur Zeit unser genauestes astronomisches Instrument ist, so wird dies kaum ins Gewicht fallen, um so mehr, als das neue Mikrometer an den lichtstärksten Instrumenten angebracht werden kann, während das Heliometer immer in kleineren Dimensionen ausgeführt wird. Die Helligkeit des ordinären und extraordinären Bildes ist nahezu gleich; nur bei scharfem Hinsehen bemerkt man, dass das eine Bild etwas schwächer ist als das andere. Was die Schärfe des Bildes anbetrifft, so ist an derselben nichts auszusetzen.

Die Ablesungsfehler am Kreise sind ohne Einfluss auf die Genauigkeit des Resultats. Es ist nämlich die Maximalelongation eine sehr kleine Grösse; bei dem vorliegenden Apparat wurde sie durch Herrn Dr. Knorre zu 10″,14[2]) gefunden. Mithin ist

$$d\Delta = \mu \cos \varphi \, d\varphi$$

stets eine verschwindende Grösse, nämlich bei einem Ablesungsfehler von $d\varphi = 1'$ kleiner als 0″,003.

Ein Fehler könnte entstehen, wenn sich der Neigungswinkel der optischen Axe des Fernrohrs gegen die (vordere) Ebene des Prismas — welcher 90° betragen soll — während der Drehung ändert, d. h. wenn der Okular und Prisma enthaltende Kreis *bb* „schlottert“. Solche Schlotterungen können aber bei exakter Ausführung natürlich nur ganz minimal sein, und ihr Einfluss auf Δ verschwindet, weil er von der Ordnung des Produkts aus dieser Schlotterung und der Konstante μ ist.

[1]) Es sei mir gestattet, hier einige Worte einzuschalten über einen speziellen Fall, in welchem diese Art der Registrirung von besonderem Nutzen sein dürfte; es betrifft dies die photometrische Beobachtung der Jupitertrabanten mittels des Zöllner'schen Photometers zur Zeit ihrer Verfinsterung. Derartige Beobachtungen, welche aus mehr als einem Grunde von Wichtigkeit sind, konnten bisher mit dem Zöllner'schen Photometer nicht gut angestellt werden, weil die Ablesung des Kreises zu viel Zeit erforderte. Wendet man die vorgeschlagene Methode an, so könnte man es leicht so einrichten, dass beim Niederdrücken der Schneide ein elektrischer Kontakt ausgelöst und somit Zeit und zugehörige Helligkeit durch ein Signal gegeben wird. — [2]) In meinem Bericht in den *Astronomischen Nachrichten* habe ich $\mu = 8''{,}76$ angegeben; der Unterschied stammt daher, dass seitdem ein anderes Okular in Anwendung gebracht ist.



Desgleichen könnten starke Aenderungen der Temperatur Einfluss haben, da die Ausdehnungskoeffizienten in der Richtung der Hauptaxe und der Nebenaxe im Bergkrystall verschieden sind. Nach Wüllner sind dieselben: $\beta_1 = +0{,}00000781$ $\beta_2 = +0{,}00001419$.

Der brechende Winkel des Prismas sei γ, seine Seiten a und b, also $\tan\gamma = b/a$ und, entsprechend einer um n Grad veränderten Temperatur, $\tan\gamma' = b'/a'$, wo also sehr nahe $b' = b\ (1 + n\beta_1)\ldots\ldots\ a' = a\ (1 + n\beta_2)\ldots\ldots$ ist, so wird:

$$\tan\beta = \tan\gamma\,(1 + n\,(\beta_1 - \beta_2)).$$

Nehmen wir $n = 20$ und γ, wie bei unserem Instrument, zu 45° an, so wird $\gamma - \gamma' = 1''$, was im Produkt mit μ selbstverständlich verschwindet.

Gleicherweise ersieht man, dass die verschiedenartige Aenderung der Brechungskoeffizienten für den ordentlichen und ausserordentlichen Strahl mit der Temperatur ohne Bedeutung ist.

Ferner können Fehler entstehen, wenn der Beobachter nicht genau darauf achtet, dass das Okular stets in genau gleicher Entfernung vom Fadenkreuz verbleibt. Es ist nämlich die einem Drehungswinkel φ entsprechende Distanz

$$\Delta_{(\varphi)} = \frac{m_{(\varphi)}}{v},$$

wo v die Vergrösserung des Fernrohrs bedeutet und $m_{(\varphi)}$ nur von φ und dem konstanten brechenden Winkel des Prismas abhängig ist. Bezeichnen D' und D die Brennweiten des Objektivs und des optischen Systems (Okular + Auge), so ist $v = D'/D$, mithin:

$$d\,\Delta_{(\varphi)} = \Delta_{(\varphi)}\,\frac{d\,D}{D}.$$

Bei dem angewandten Okular war ungefähr $D = 10\ mm$; durch die am Okular angebrachte Skale nebst Klemme kann man dD jedenfalls kleiner als 0,04 *mm* halten. Mithin wird $d\Delta_{(\varphi)} < 0{,}004\ \Delta_{(\varphi)}$, d. h. man erhält das Resultat auf mindestens 0,4% genau, also z. B. bei Doppelsternen von 10″ Distanz eine Genauigkeit von 0″,04. Es ergiebt sich aber hieraus, dass jeder Beobachter die Konstante μ für sein Auge selbst bestimmen muss.

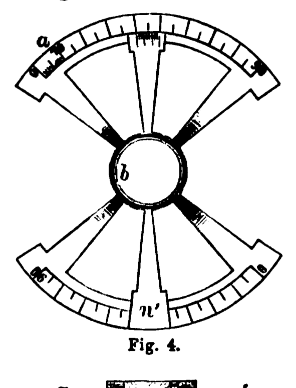


Fig. 4.

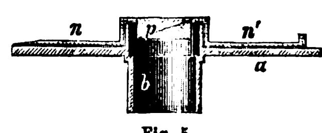


Fig. 5.

Eine weitere Fehlerquelle würde entstehen, wenn gleichzeitig die vordere Seite des Prismas nicht senkrecht zur Richtung der optischen Axe des Fernrohrs steht und bei Herstellung des Prismas der Schnitt durch die Hauptaxe nicht genau senkrecht auf die Ebene des Hauptschnitts geführt ist. Der entstehende Fehler bleibt jedoch als von der dritten Ordnung, worauf hier nicht näher eingegangen werden kann, unterhalb der Beobachtungsgrenzen.

Wie für astronomische, so ist der Apparat, natürlich mit entsprechenden Umänderungen technischer Natur, auch für mikroskopische Messungen verwendbar. Ich gebe zunächst die Beschreibung eines derartigen, von den Herren Fr. Schmidt & Haensch hergestellten Apparats und werde zum Schlusse auf die Verwendbarkeit desselben für astronomische und allgemein metronomische Messungen zurückkommen. Ein in ganze Grade getheilter Kreis a (Fig. 4 u. 5) wird mittels einer mit ihm fest verbundenen Hülse b über den Tubus des Mikroskopes geschoben und durch drei Schrauben fest angeklemmt. Um den Aufsatz möglichst leicht zu machen, sind, wie Fig. 4 zeigt,

zwei einander gegenüberliegende Quadranten ausgeschnitten und die zur Anwendung kommenden in der Mitte durchbrochen. Danach wird das Okular mit Fadenkreuz eingesetzt und schliesslich über die Hülse *b* eine zweite Hülse geschoben, welche das Prisma *p* enthält und am unteren Ende zwei einander gegenüberstehende Arme *nn'* trägt, auf welchen die Nonien, die eine Ablesung von 0,1° gestatten, angebracht sind. Die Grösse des zu messenden Gegenstandes ist:

$$d = \frac{m}{v} \sin \varphi ,$$

wo m eine Konstante und v die Vergrösserung bedeutet. Für botanische und ähnliche Zwecke, bei denen es auf höchste Genauigkeit nicht ankommt, kann man die Grösse rechter Hand mit den Argumenten φ und v für einige der gebräuchlichsten Objektive tabuliren. Zu ganz exakten Bestimmungen, wie sie für physikalische Messungen u. s. w. erforderlich sind, muss die Konstante m/v natürlich vorher direkt bestimmt werden, etwa durch Vergleichungen mit einem Urnormal. In der Astronomie würde der Apparat in dieser Form vielleicht dazu dienen können, um von den durch absolute Bestimmungen gefundenen Sternörtern diejenigen Fehler fern zu halten, welche durch Mängel der Schraube hineinkommen können, er könnte also z. B. an den Mikroskopen des Meridiankreises statt der Schraube funktioniren. Hierzu müsste das Prisma und die Vergrösserung so gewählt werden, dass die Maximalelongation μ etwas grösser ist als ein kleinstes Intervall an dem betreffenden Meridiankreise. Man hat dann durch Drehung des Prismas das extraordinäre Bild desjenigen Theilstriches, welches der Marke am nächsten liegt, auf diese einzustellen.

Zum Schlusse sei es mir noch gestattet, Herrn Professor Foerster für seine vielfache freundliche Unterstützung bei der Ausarbeitung des Instruments, durch welche allein die Herstellung in seiner jetzigen Form ermöglicht wurde, sowie den Herren Dr. Knorre und Dr. Brendel für ihre freundliche Mithilfe meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Referate.

Bemerkungen zu dem Referate: „Neue selbstregistrirende Instrumente des Königl. Dänischen Meteorologischen Instituts."

Im diesjährigen Januarheft dieser Zeitschrift S. 30 findet sich ein Referat über die neuen selbstregistrirenden Instrumente des K. Dänischen Meteorologischen Instituts Bei der Besprechung des Mareographen äussert der Herr Referent die Meinung, dass das Prinzip desselben, d. h. „diese Art der pneumatischen Druckübertragung hier wohl zum ersten Mal zur Anwendung kommt."

Demgegenüber möchte ich darauf aufmerksam machen, dass die a. a. O. beschriebene Methode der Messung der Wasserstandhöhe mit Hilfe eines Quecksilbermanometers schon im Jahre 1880 im hiesigen Physikalischen Zentral-Observatorium zur Anwendung gekommen ist. Der im *Jahresbericht für 1879 und 1880 S. 6* und in der Einleitung zu den *Annalen des Phys. Zentral-Observatoriums 1881 S. XLIV* beschriebene Apparat zur Wasserstandsmessung der Newa, den Herr Direktor Wild, einer Idee des Herrn Prof. Amsler-Laffon in Schaffhausen folgend, hat konstruiren und hier aufstellen lassen, entspricht vollständig dem im Referat beschriebenen. Auch hier wurde mit Hilfe einer Luftpumpe in eine Röhre, die in den Trog des Limnigraphen hineinragte und mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung stand, Luft so lange eingepumpt, bis das Manometer einen konstanten Stand zeigte.

Die Anwendung eines Quecksilbermanometers hat sich aber in der Folge als unzweckdienlich erwiesen, weil der Apparat zu wenig empfindlich war und jeder Ablesungsfehler

mit 13-fachem Betrage in das Resultat einging. Deswegen wurde dieser Apparat vorläufig ausser Funktion gesetzt und ist im Jahre 1887 durch einen neuen ersetzt worden, bei welchem im Manometer statt des Quecksilbers eine Lösung von kohlensaurem Kali (sp. Gew. = 1,25) zur Anwendung kam. (Vgl. *Einl. z. d. Annalen d. Phys. Zentr.-Obs. für 1887. S. XLVII*). In der That zeigten auch fortgesetzte Vergleichungen der Angaben dieses Manometers mit den Aufzeichnungen des Limnigraphen nur eine mittlere Abweichung von ± 0,59 *cm*, während das Quecksilbermanometer eine solche von ± 2 *cm* aufzuweisen hatte. Eine weitere Verbesserung des Apparates bestand darin, dass die Luft mit der Pumpe zuerst in einem Reservoir komprimirt und erst dann allmälig in die Röhre und zum Manometer geleitet wird.

Aus Vorstehendem ersieht man, dass das Prinzip des in Rede stehenden Mareographen durchaus nicht jetzt zum ersten Mal zur Anwendung kommt. Neu ist nur die Benutzung derselben zu selbstregistrirenden Aufzeichnungen. *A. Schoenrock.*

Die Registrirapparate von *Richard frères* in Paris.

Monographie. 3. Auflage.

Die vorliegende dritte Auflage dieser Schrift ist gegen die zweite wesentlich erweitert. Beispielsweise umfasst der Abschnitt über die Anemometer und Anemoskope nicht weniger als 33 Seiten mit 18 Figuren; er bildet wohl den wichtigsten Theil des Werkes und ist auch als besondere Broschüre erschienen. Wir wollen uns nicht mit allen einzelnen Formen der Konstruktion befassen. Um aber das Neue und Beste möglichst zu erschöpfen, wollen wir die Betrachtung gliedern nach den Hauptmomenten: Richtung, Geschwindigkeit und Druck des Windes.

Ausser der gewöhnlichen Windfahne kommt auch die Windmühlenfahne von Piazzi Smith zur Verwendung, welche mit den holländischen Windmühlen zu vergleichen ist, die sich selbst in den Wind richten. Innerhalb Deutschlands ist diese Form bisher wohl nur an der deutschen Seewarte in Hamburg zur Verwendung gekommen. — Die Registrirung der Richtung der Fahne erfolgt entweder auf mechanischem oder auf elektrischem Wege; die elektrische Uebertragung der Windrichtung ist ein Problem, mit welchem sich schon verschiedene Erfinder abgegeben haben. Die primitivste Lösung desselben besteht darin, dass man ebensoviel Drähte, wie man Windrichtungen zu haben wünscht, von dem Aufnahmeapparate zum Registrirapparate gehen lässt, wo ebensoviel Elektromagnete vorhanden sind, von denen jeweils einer in Thätigkeit tritt. Eine ähnliche Konstruktion wird auch von den Gebr. Richard beschrieben (Fig. 13 u. 14 der Schrift), aber sie ist einfacher, indem sie zugleich von dem Prinzip der elektrischen Sonde (wie am Olland'schen und Rysselberghe'schen Meteorographen) Gebrauch macht und damit die vielen Elektromagnete auf einen reduzirt. Dann wird aber (S. 41) noch eine rationellere Form mitgetheilt, bei welcher durch Vermittlung von nur vier Drähten am Registrirapparate ein vertikaler Zylinder bald in diesem, bald in jenem Sinne gedreht wird, in Uebereinstimmung mit den Drehungen der Windfahne. Natürlich geht der Registrirzylinder ruckweise, da es Elektromagnete sind, welche die Drehung vermitteln; aber die Zahl der Windrichtungen, welche auf diese Weise unterschieden werden, beträgt doch nicht weniger als 64 oder 128. Ganz in derselben Weise arbeitet die von G. M. Whipple, dem gegenwärtigen Vorsteher des *Kew-Observatory*, im Jahre 1873 der *British Association* vorgelegte Windfahne mit elektrischer Uebertragung. Um diese Whipple'sche Fahne zu verstehen, braucht man sich nur des Zeigertelegraphen zu erinnern; bei diesem bringt ein einziger Elektromagnet an der Empfangsstation die mit der Aufgabestation übereinstimmende Zeigerbewegung zu Stande, weil die Zeiger immer nur in einem und demselben Sinne gedreht werden. Leicht wird man sich nun aber vorstellen können, wie ein zweiter Elektromagnet die im entgegengesetzten Sinne erfolgenden Drehungen ermöglichen würde; es kommt nur darauf an, dafür zu sorgen, dass bei den Drehungen in einem Sinne der erste, bei denen im entgegengesetzten Sinne der andere allein funktionirt. Bei der Whipple'schen Fahne dient hierzu ein auf der Fahnenaxe mit Reibung aufsitzender Ring mit einem Zapfen, welcher zwischen zwei Stiften oder Anschlägen spielt, und sich — entsprechend den Drehungen

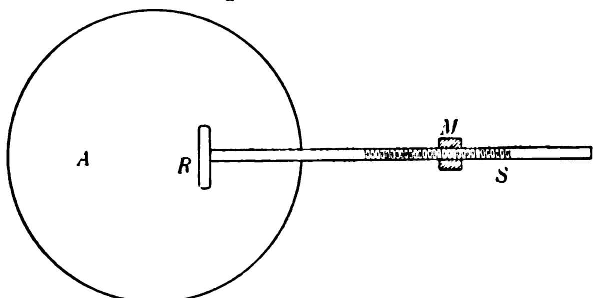
der Windfahne — bald an den einen, bald an den anderen Stift anlegt, und hierdurch den erforderlichen Magneten in Wirksamkeit treten lässt. Ref. hatte kürzlich Gelegenheit, diesen Apparat in London zu sehen, leider aber nicht in natürlicher Thätigkeit, da er gerade dem Mechaniker Munro zur Reparatur übergeben war. Die Zahl der unterschiedenen Windrichtungen beträgt 128. Die Richard'sche Fahne mit elektrischer Uebertragung arbeitet nun, wie erwähnt, in genau gleicher Weise wie die von H. Whipple, und doch ist der Mechanismus ein anderer; man hat Mühe, die Beschreibung vollkommen zu verstehen, zumal dieselbe nicht durch eine Figur unterstützt wird.

Für die Aufzeichnung der Geschwindigkeit des Windes wollen Gebr. Richard das Robinson'sche Schalenkreuz wieder durch den Woltmann'schen Flügel ersetzen, welch' letzterer dann natürlich durch eine Windfahne gegen den Wind gerichtet werden muss. Dagegen ist vor Allem einzuwenden, dass in einem gar nicht kleinen Bruchtheile der Zeit die Flügelebene nicht ganz senkrecht zum Winde steht, und deshalb nicht der vollen Wirkung desselben ausgesetzt sein wird. — Die Richard'sche Vorrichtung ist sechsflügelig, und die aus Aluminium hergestellten Flügel sind unter 45° gegen die Flügelebene geneigt. Die ganze Mühle von 6 *qdm* Angriffsfläche wiegt nur 150 *g*, da z. B. die Axe nur 3 *mm* stark ist. Im Vergleich zur Angriffsfläche hat deshalb diese Mühle ein weit kleineres Trägheitsmoment als das Robinson'sche Schalenkreuz. — Eine so zierlich gebaute Vorrichtung dürfte aber bei anhaltender Benutzung viel zu sehr mechanischen Störungen ausgesetzt sein.

Die Uebertragung auf den eigentlichen Registrirapparat kann aus demselben Grunde nicht mechanisch erfolgen; viel mehr als bei dem Schalenkreuze ist man deshalb hier auf die elektrische Uebertragung angewiesen. — Bei mehreren Modellen geschieht letztere nach dem bekannten Prinzipe des Chronographen. Hierzu bemerken nun aber Gebr. Richard mit Recht, dass diese Methode im Grunde nur Summen oder Mittelwerthe liefert. Man erhält überhaupt nach allen bisherigen Registrirmethoden nur den in irgend einem, wenn auch kleinen Zeittheilchen durchlaufenen Weg, nicht aber die augenblickliche Geschwindigkeit des Windes, welche innerhalb des betreffenden Zeitintervalls immer noch beträchtlich geschwankt haben kann.

Um diesem Mangel abzuhelfen, hat Herr Dr. Maurer mit dem Robinson'schen Schalenkreuze einen Zentrifugalregulator, wie bei den Dampfmaschinen üblich, zu verbinden gesucht. (Vergl hierüber *diese Zeitschr. 1883. S. 189*). Ueber die Ausführung des Prinzips ist wohl nichts in die Oeffentlichkeit gedrungen. Gebr. Richard haben nun aber eine andere, und wie es scheint wesentlich zweckmässigere und elegantere Lösung des Problems gefunden, welche entschieden den interessantesten Theil der Abhandlung bildet. Sie bezeichnen den neuen Apparat als Anemo-Kinemograph. Das Prinzip dieses Kinemographen ist das folgende.

Eine ebene Kreisscheibe A rotirt vermöge eines Uhrwerks stets in demselben Sinne. Auf der Scheibe ruht eine Rolle R an horizontaler Stange, welch letztere mit Schraubengewinde S versehen ist und eine feste Schraubenmutter M passirt. Durch die konstante Rotation der Scheibe wird die Rolle derartig gedreht, dass die Stange sich herausschraubt und mit der Rolle dem Mittelpunkte der Scheibe genähert wird. Da hier die Bewegung der Scheibe Null ist, so hört hier auch die Rolle auf, sich zu drehen und im Sinne des Scheibenradius sich zu verschieben; sie bleibt also im Mittelpunkte der Scheibe liegen. Wirkt nun aber auf den Rollenstiel noch eine andere (unveränderliche) rotirende Bewegung, welche denselben umgekehrt zu drehen strebt wie die rotirende Scheibe, so entfernt sich natürlich die Rolle wieder vom Mittelpunkte, bis die von der Scheibe ertheilte Rotationsbewegung der anderen, entgegengesetzten, gleich geworden ist. An dieser Stelle kommt die Rolle zur Ruhe, und ihr



Abstand vom Mittelpunkte ist somit ein direktes Maass für die andere Rotationsbewegung. Letztere geht im vorliegenden Falle vom Schalenkreuze oder Flügelrade aus. — Der Schreibstift ist natürlich in irgend einer passenden Weise mit dem Rollenstiele zu verbinden.

Naturgemäss erfolgt hierbei die Bewegung des Schreibstiftes in einer geraden Linie, so dass nichts näher liegt, als die Registrirung sich in rechtwinkligen Koordinaten vollziehen zu lassen. Gebr. Richard sind aber für die Grundform ihrer Registrirapparate (mit Kreisbogenordinaten, wie man sie vom Barographen her kennt) so eingenommen, dass sie derselben auch diesen neuen Apparat angepasst haben, wenigstens bei einem Modell des Anemo-Kinemographen. Bei einem anderen grösseren Modell, mit grösserer Zeitskale, ist an Stelle des rotirenden Schreibzylinders ein Papierstreifen „ohne Ende" getreten; die Bogenordinaten sind aber, wie es scheint, beibehalten worden.

Den Druck des Windes zu messen, haben Gebr. Richard mit Hilfe einer dem Winde ausgesetzten grossen, aber leichten Metallkugel in kardanischer Aufhängung zu lösen versucht; die Kugel befindet sich dabei am oberen Ende einer Stange (man vergl. auch den Vorschlag des Refer. in *dieser Zeitschr. 1882. S. 60*). Die Neigungen der Kugel sollten sowohl Richtung als auch Stärke des Windes angeben. Aber anstatt einer Kurve erhielt man eine Reihe von Schraffirungen, die schwierig zu deuten waren. Die Versuche, durch eine „hydraulische Bremse" eine Besserung herbeizuführen, schlugen fehl, weshalb das System nach zwei Jahren fruchtlosen Bemühens aufgegeben wurde. Dem gegenüber sei bemerkt, dass sich Prof. Börnstein an der landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin mit Erfolg einer grossen Dämpfungsscheibe in Glyzerin oder Wasser bedient hat, um die Bewegung einer solchen Winddruckkugel aperiodisch zu machen.

Verlassen wir nun die Windapparate, so treffen wir auf ein neues Instrument bei der Registrirung und Beobachtung des Luftdrucks.

Das Statoskop ist ein Luftbarometer, und besteht aus einem Metallreservoir, welches mit einem hochempfindlichen Manometer kommunizirt; letzteres vermag noch Druckänderungen anzugeben, welche einem zehntel Millimeter Wasser gleichwerthig sind. — Wenn bei konstanter Temperatur die elastische Wand des Manometers von einer Seite her dem atmosphärischen Drucke, von der anderen dem konstanten Drucke des abgeschlossenen Luftquantums ausgesetzt ist, werden die Aenderungen des atmosphärischen Druckes allein das Instrument beeinflussen. Während also bei dem gewöhnlichen Metallbarometer die elastische Wand dem ganzen Atmosphärendrucke das Gleichgewicht halten, und deshalb verhältnissmässig kräftig konstruirt sein muss, übernimmt hier die abgesperrte Luft diese Rolle; die elastische Wand kann deshalb sehr dünn sein, so dass sie jedem einseitigen Ueberdrucke weit mehr nachgiebt, als das gewöhnliche Metallbarometer.

Wegen dieser grossen Empfindlichkeit erscheint es unthunlich, der Skale — nach Millimeter Quecksilberdruck gerechnet — denselben Umfang zu geben, wie bei dem gewöhnlichen Barometer; vor jeder Benutzung des Instrumentes muss man deshalb den Zeiger auf Null zurückführen, wozu nichts weiter nöthig ist, als durch Oeffnen eines Hahnes das Reservoir mit der umgebenden Luft in Verbindung zu setzen. In der Praxis wird man den Hahn im Allgemeinen offen lassen und unmittelbar vor jeder Benutzung erst schliessen. (Gerade dieses Verfahren ist es, welches durch die Verwendung der elastischen Kraft der Luft ermöglicht wird; käme es darauf nicht an, so könnte man wohl daran denken, die abgesperrte Luft durch eine Feder zu ersetzen). Obgleich das Statoskop nur zu kurz dauernden Beobachtungen bestimmt ist, und deshalb der störende Einfluss von Temperaturänderungen der Umgebung im Allgemeinen vernachlässigt werden kann, so ist der Sicherheit wegen das Reservoir doch mit schlechten Wärmeleitern umgeben worden. Ursprünglich ist das in Rede stehende Instrument konstruirt worden, um dem Luftschiffer ein einfaches und sicheres Hilfsmittel zur Feststellung der auf und absteigenden Bewegung des Ballons an die Hand zu geben. Hieraus ist auch der Name *Statoskop* entstanden.

Für Herrn Symons in London haben die Gebr. Richard einen Apparat konstruirt, der ganz speziell zum Studium der Gewitter bestimmt ist und deshalb den Namen Bronto-

meter erhalten hat. Dieser Apparat verzeichnet auf einem Papierstreifen, welcher mit grosser Geschwindigkeit (30 *mm* in der Minute) sich abrollt, die folgenden Angaben: 1. Die Geschwindigkeit des Windes vermöge des Anemo-Kinemographen; 2. die ausserordentlich kleinen Schwankungen des Luftdrucks, welche das Statoskop erkennen lässt; 3. und 4. die Momente, zu denen Blitz und Donner bemerkt werden; 5. und 6. Stärke des Regens und Hagels; die letzten vier Faktoren allerdings nur vermöge einer Markirung, welche der Beobachter durch das Niederdrücken eines Knopfes erzeugt.

Ein besonderer Abschnitt ist den Apparaten mit elektrischer Uebertragung gewidmet; es werden dafür — als Ergebniss eines sehr eingehenden und umfassenden Studiums der bisherigen Konstruktionen — drei Typen vorgeschlagen. Von zweien, Typus *B* und *C*, ist oben in ihrer Anwendung auf die elektrisch registrirende Windfahne schon die Rede gewesen. Typus *A* hat dasselbe Prinzip, wie ein von Eccard in *La lumière électrique 1881, S. 117* beschriebener Quecksilberbarograph (vergl. auch Gerland, *die Anwendung der Elektrizität bei registrirenden Apparaten. Hartlebens Verlag. 1887.*) Der Zeiger des Hauptapparates (in Gebr. Richard's Beschreibung ist ein Metallthermometer vorausgesetzt) verschiebt bei seinen Bewegungen in identischer Weise einen konzentrischen Zeiger; diese Verschiebung geschieht aber nicht mechanisch, was viel zu viel Kraft kosten würde, sondern mit Hilfe zweier elektrischen Kontakte. Sobald der Hilfszeiger von dem anderen nur schwach berührt wird, weicht er sofort um ein namhaftes und immer gleiches Stück aus. Die bei der Berührung zum Schlusse gelangenden zwei Stromkreise bringen im eigentlichen Registrirapparate zwei Elektromagnete zur Thätigkeit, von denen der eine einen Zeiger in diesem Sinne, der andere im entgegengesetzten Sinne dreht, und zwar ebenfalls um konstante Grössen. Um das Auftreten von unrichtigen Angaben zu vermeiden, erfolgen die Verschiebungen des Hilfszeigers durch einen vom Registrirapparate kommenden Strom, welcher dort von den betreffenden Elektromagneten erst geschlossen wird. Wenn diese aus irgend einem Grunde ihre Anker nicht bewegen, so verbleibt im Hauptapparate der Hilfszeiger an seiner Stelle und Alles ist arretirt! Diese Einrichtung ist offenbar sehr wichtig, denn ohne sie würde man wohl häufige Diskordanzen zwischen Haupt- und Registrirapparat zu beobachten haben.

In dem Richard'schen Werke sind endlich auch noch nicht meteorologische Apparate in beträchtlicher Menge verzeichnet. Aëroskope (zur Untersuchung der staubförmigen Bestandtheile der Atmosphäre), Ampèremeter, Apparate zur Registrirung der Geschwindigkeit der Eisenbahnzüge, Chronographen, Wasser- und Gaszähler, Registrirapparate für Dichtigkeit der Gase, für das physiologische Laboratorium, registrirende Manometer, Thermometer für praktische Zwecke u. s. w. — Wir müssen uns begnügen, den reichen Inhalt hiermit angedeutet zu haben. *Spr.*

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 4. März 1890. Vorsitzender: Herr Haensch.

Herr Dr. Lummer sprach über Polarisations-Spektrometer unter Vorführung eines von Fr. Schmidt & Haensch gebauten neuen Apparates, dessen konstruktive Einzelheiten dann Herr Haensch noch näher erläuterte. Eine Beschreibung des Apparates wird demnächst in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden.

Herr Direktor Loewenherz macht sodann Mittheilungen über die gelegentlich des internationalen Aerzte-Kongresses stattfindende Ausstellung, an der sich die deutschen Mechaniker trotz des bekannten Heidelberger Beschlusses doch betheiligen müssen, wenigstens die hier in Betracht kommenden Zweige. Die Anmeldungen aus Frankreich, Amerika u. s. w. sind so zahlreich, dass die deutsche Mechanik und Optik nicht zurückbleiben kann. Anmeldungen sind bis zum 10. Mai l. J. an Herrn Dr. Lassar, Berlin NW. Karlsstr. 18,



zu richten. Die Platzmiethe beträgt für jeden angefangenen Meter 10 Mark, Wandfläche 6 Mark. Die Einlieferung hat bis zum 20. Juni zu erfolgen. Die Gesellschaft wird die Interessen der deutschen Mechaniker und Optiker wahrnehmen.

Sitzung vom 18. März 1890. Vorsitzender: Herr Haensch.

Herr Direktor Loewenherz theilt mit, dass während der diesjährigen Naturforscherversammlung in Bremen eine Ausstellung nicht stattfinden wird, jedoch soll für Vorführungen einzelner Firmen ein Raum zur Verfügung gestellt werden.

Die Herren Loewenherz und v. Liechtenstein sprechen ferner über die Anlauffarben von Metallen, unter Vorführung des zur Erzeugung der Anlauffarben dienenden Apparates, sowie zahlreicher Proben. Die bezüglichen Untersuchungen der Reichsanstalt haben überraschende und erfreuliche Resultate geliefert, über welche bereits im vorigjährigen Septemberhefte dieser Zeitschrift ausführlich berichtet worden ist. Weitere Mittheilungen über diesen für die Metallindustrie wichtigen Gegenstand stehen in Aussicht.

Herr Handke nimmt sodann das Wort zu einem Referate über die Frage eines Verbandes selbständiger deutscher Mechaniker und Optiker, der als Abtheilung der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik wirken und sich mit wirthschaftlichen Dingen befassen könne. In den Sitzungen, welche die Kommission für die Lehrlings- und Gehilfenfrage vor einigen Monaten in Jena abgehalten habe, sei die Bildung eines solchen Verbandes in Erwägung gezogen worden. Der Verband solle nicht ein Kampfmittel sein, sondern den Weg zur Vermittelung und Versöhnung zeigen; er solle eine wirthschaftliche Vereinigung für die selbständigen Mechaniker in demselben Sinne sein, wie sie die Gehilfen in ihrem Verbande schon jetzt hätten. Ein aus beiden Verbänden sich zusammensetzendes Schiedsgericht würde dann die Wünsche und Beschwerden beider Theile zum Austrage zu bringen haben. Für die Gesellschaft sei es Zeit, zu dieser Frage Stellung zu nehmen, da die Tagung des diesjährigen Mechanikertages herannahe. — Herr Direktor Loewenherz ersucht die Versammlung, von einer Beschlussfassung vorläufig Abstand zu nehmen und erst die Protokolle der Jenaer Kommissionssitzungen abzuwarten. — Herr Sickert schliesst sich diesen Ausführungen an und ersucht, die Beschlussfassung bis zur nächsten Sitzung auszusetzen, in der Erwartung, dass bis dahin die erwähnten Protokolle eingegangen seien. Die Gesellschaft beschliesst demgemäss.

Klagen über Unregelmässigkeiten in der Einziehung der Beiträge für die Krankenkasse haben Herrn Faerber veranlasst, Erkundigungen an zuständiger Stelle einzuziehen. Danach ist die Ursache der Unregelmässigkeiten eine Erkrankung des Kassirers gewesen; nunmehr ist ein regelmässiger Geschäftsgang für die Zukunft zu erwarten.

Verein Berliner Mechaniker.

Der Verein Berliner Mechaniker, welcher aus Mechanikergehilfen von Berlin und Umgegend besteht, befasst sich im Gegensatze zu dem Verbande deutscher Mechanikergehilfen grundsätzlich nicht mit wirthschaftlichen Fragen, sondern hat nur die theoretische und praktische Ausbildung seiner Mitglieder im Auge. Diese wissenschaftliche Tendenz scheint seinem numerischem Aufblühen leider hinderlich zu sein; dafür herrscht aber in dem kleinen Vereine ein reger Geist und ernstes Streben. Wie aus dem zwölften Jahresberichte hervorgeht, wurden im vergangenen Geschäftsjahre 12 Vorträge von Gelehrten und Mechanikern gehalten, ferner hielten mehrere Mitglieder Vorträge und ausserdem wurden eine Reihe von wissenschaftlichen und technischen Anstalten besucht. Die Bibliothek des Vereins ist 159 Bände stark. Die Mitgliederzahl beträgt zur Zeit 63. Der Verein hat sich im vergangenen Jahre auf Einladung der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik an den Verhandlungen des Heidelberger Mechanikertages betheiligt. Hervorgehoben sei noch, dass der Verein der erste Gehilfenverein ist, welcher durch einen Jahresbeitrag Mitglied der Fraunhofer-Stiftung geworden ist. Wir wünschen dem strebsamen Vereine bestes Gedeihen.

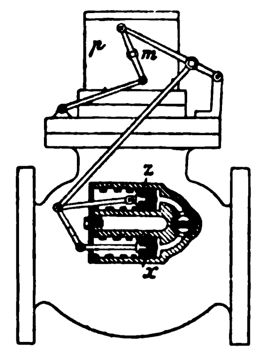


Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

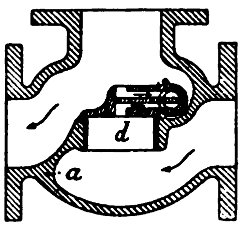
Vergrösserungs-Instrument. Von Th. Simon in Paris. Nr. 49451 vom 28. März 1889.

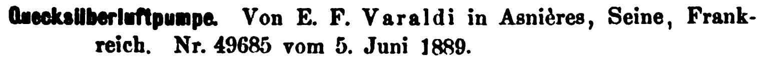
Das Instrument soll das Vergrösserungsglas (Lupe) ersetzen und ein lichtreicheres Bild geben. Die Vergrösserung erfolgt mittels eines Hohlspiegels B, der in schräger Lage gegen einen andern Spiegel A derart festgestellt ist, dass das vergrösserte Bild das Auge in einer bequemen Stellung trifft und die Beleuchtung des Körpers nicht durch das Vergrösserungsinstrument beeinträchtigt wird.



Registrirender Dampf- und Luftmesser. Von Th. Wendling in Mannheim. Nr. 49004 vom 17. März 1889.

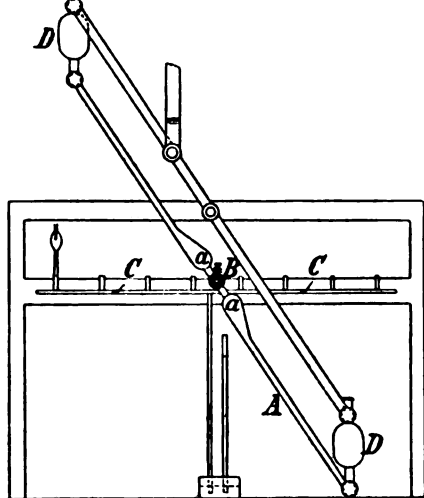
Die Einstellung des Schreibstiftes m, welcher auf die durch ein Uhrwerk in Drehung versetzte Papiertrommel p ein Bild des Dampfverbrauchs aufzeichnet, wird einerseits durch den jeweiligen Druck des durch das Ventil d gehenden Dampfes und andererseits gleichzeitig durch die Bewegung der zugehörigen Ventilklappe beeinflusst, indem an der Drehaxe der letzteren ausserhalb des Gehäuses eine mit den Hebeln zur Bewegung des Schreibstiftes verbundene manometrische Vorrichtung $x z$ befestigt ist, auf welche, durch die genannte, als Hohlkörper ausgebildete Axe zugeführt, der zu messende Dampf einwirkt.





Quecksilberluftpumpe. Von E. F. Varaldi in Asnières, Seine, Frankreich. Nr. 49685 vom 5. Juni 1889.

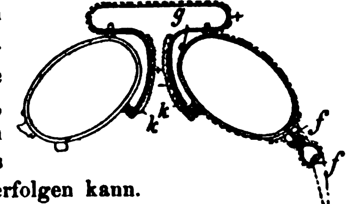
Ein Barometerrohr A ist drehbar um einen festen Zapfen B angeordnet, welcher ersteres in einem gegebenen Augenblick mit dem auszupumpenden, an dem horizontalen Rohre C angebrachten Raume in Verbindung setzt. Das freie Ende des Rohres A trägt einen Behälter D, in welchen man die nöthige Menge Quecksilber einführt. Hebt man das untere Ende des Rohres A mit dem Behälter D empor, so fällt das Quecksilber nach der Axe B zu und erzeugt beim Zurückdrehen im oberen Theile a die Luftleere; in diesem Augenblick aber befindet sich das Rohr A in Verbindung mit dem auszupumpenden Apparate, dessen Luft also im Verhältniss zum luftleeren Raume sich ausdehnt. Hebt man jetzt wiederum das Rohr A wie vorher, so fällt das Quecksilber nach der Axe B hin zurück und die den Raum a erfüllende verdünnte Luft entweicht in die Atmosphäre. Auf diese Weise schafft man bei jeder Abwärtsbewegung des Rohres A eine Luftmenge fort, welche gleich dem Volumen des luftleeren Raumes im Rohre A ist.



Instrument zur Bestimmung des spezifischen Gewichts von Flüssigkeiten und Gasen. Von A. Eichhorn i. Dresden. Nr. 49683 v. 1. Juli 1889.

Zur Bestimmung des spezifischen Gewichts einer Flüssigkeit wird der in sich abgeschlossene Hohlraum c, dessen Inhalt genau bestimmt ist, mit der zu untersuchenden Flüssigkeit von 15° C. angefüllt und der Glasstöpsel d dergestalt in den Ansatz eingesetzt, dass sich im Hohlraum keine Luftblase bildet. Taucht man alsdann das Instrument in destillirtes Wasser von 15° C., so kann das spezifische Gewicht der Flüssigkeit unmittelbar an der auf der Röhre a angebrachten Skale abgelesen werden. Die Kugel b, Glasauge e, sowie die mit Quecksilber gefüllte Kugel f dienen zur Herstellung des stabilen Gleichgewichts des Instruments.

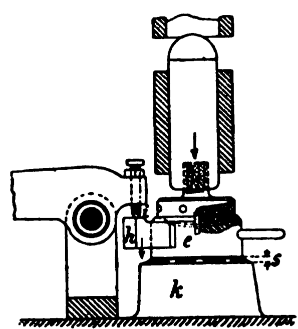




Zwicker zur elektrotherapeutischen Behandlung der Nase. Von H. Welcker in Berlin. Nr. 49157 vom 3. April 1889.

Von einem Taschenelement *a* aus wird der elektrische Strom durch Leitungsdrähte *b* und *c* dem Kneifer zugeführt, dessen Fassung derartig durch Isolirungsplatten *f* und *g* in zwei Theile getheilt ist, dass Stromschluss nur durch das zwischen die beiden Klemmplatten *kk* gebrachte Nasenbein erfolgen kann.

Elektrische Vorrichtung zur Messung der durch Belastung verursachten Dickenverminderung einer zwischen festen Flächen befindlichen Flüssigkeitsschicht. Von Jähns in Köln. Nr. 48721 vom 17. Oktober 1888.



Die Grösse der durch Belastung verursachten Dickenverminderung einer zwischen dem Körper *k* und dem Druckstück *e* befindlichen Flüssigkeitsschicht *s* wird mittels dieser Vorrichtung durch Messung der Grösse des Weges bestimmt, den ein über dem Stück *e* angebrachter, von einer mikrometrischen Messvorrichtung bewegter Kontakt *i* in der Richtung der Bewegung der drückenden Fläche nach Belastung derselben zurücklegen muss, um den Ansatz *h* des Stückes *e*, mit welchem er vor der Belastung in Berührung war, wieder zu berühren. Durch den bei der Berührung erfolgenden Schluss eines galvanischen Stromkreises ist einerseits mittels eines in denselben eingeschalteten elektrischen Zeigerwerkes die Berührung selbst erkennbar gemacht, während andererseits mittels eines in den gleichen Stromkreis eingeschalteten Elektromagneten eine Hemmung des als Anker ausgebildeten Antriebs der Messvorrichtung bewirkt wird.

Einrichtung zur elektromechanischen Regulirung von Uhren unter Benutzung eines vorhandenen Drahtnetzes. Von K. A. Mayrhofer in Berlin. Nr. 48925 vom 12. August 1888.

Mit einer an der Hauptstelle befindlichen, durch eine Normaluhr oder ein Laufwerk bewegten Kontaktwalze, welche die einzelnen Linienleitungen zur gegebenen Zeit unterbricht und die einen Enden derselben an die Signalbatterie legt, ist ein durch die zu regulirenden Uhren bewegtes Kontaktrad verbunden, welches behufs Aufnahme des Regulirstromes die Verbindung der Linienleitung mit den in derselben befindlichen Apparaten, Telephon u. s. w. unterbricht und dafür eine Verbindung jener mit dem Elektromagneten des Regulirwerkes herstellt.

Verfahren und Apparate zur Beleuchtung mit elektrischem Glühlicht. Von St. Doubrava in Brünn. Nr. 49205 vom 25. Januar 1889.

Das Verfahren besteht darin, gleichgerichtete Ströme dadurch in rasch auf einander folgende Stromwellen von entgegengesetzter Richtung umzuwandeln, dass ein Kondensator mittels eines Unterbrechers abwechselnd in entgegengesetzter Richtung geladen und über einen Leiter entladen wird, ferner darin, diese Stromwellen durch Induktoren nach Art der Ruhmkorff'schen Apparate in Ströme von hoher Spannung umzuwandeln und endlich darin, diese hochgespannten Ströme in zwei sehr nahe neben einander stehende, in einer mit verdünnten Gasen gefüllten Glasglocke untergebrachte Elektroden aus schwer schmelzbarem Material zu leiten, um diese Elektroden durch die überspringenden Funken zur Weissgluth zu bringen.

Für die Werkstatt.

Sandblasapparat zum Schärfen von Feilen. *Engineering. 48. Nov. 1889.*

Wesen und Erfolg der Anwendung des Sandblaseverfahrens zum Schärfen von Feilen ist in *dieser Zeitschrift 1888. S. 408* besprochen worden. An obiger Stelle wird ein Apparat beschrieben und abgebildet, welcher die Arbeit in bequemer Weise auszuführen gestattet. In demselben, welchen die *Tilghman Patent Sand-blast Co.* in Sheffield herstellt, wird ein Gemisch aus Sand und Wasser von breiiger Konsistenz mittels eines Dampfstromes gegen die Rückenfläche der Feilenzähne getrieben.

P.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

X. Jahrgang. **Mai 1890.** Fünftes Heft.

Zur Korrektion der Thermometerablesungen für den herausragenden Faden.

Von

Dr. **E. Rimbach** in Berlin.

Eine der für die chemische Praxis wichtigsten Korrektionen der Thermometerablesungen, über deren Berechnung jedoch ziemliche Unsicherheit herrscht, ist die für den aus dem Wärmebade herausragenden Faden. Die älteste zur Feststellung ihrer Grösse gegebene Formel rührt von Kopp[1]) her und lautet:

$$\text{Korr.} = \alpha\, n\, (t - t_1),$$

wo α den Ausdehnungskoeffizienten des Quecksilbers im Glase, n die Länge des aus dem Bade herausragenden Quecksilberfadens, t die abgelesene Temperatur, t_1 diejenige des hervorragenden Fadens bedeutet. Die Formel beruht auf der Auffassung des herausragenden Fadens als eines Körpers von einer gleichmässigen mittleren Temperatur und würde gute Resultate liefern, wenn es gelänge, eben diese Temperatur durch direkte Messung genau zu bestimmen. Hier aber erheben sich beträchtliche Schwierigkeiten. Verfährt man in der meistens üblichen Weise und betrachtet die Ablesungen eines in der mittleren Höhe des äusseren Fadens an das Hauptthermometer befestigten Hilfsinstrumentes als die gesuchte Temperatur, so leuchtet von vornherein ein, dass, zumal bei Einschlussthermometern, diese Temperaturen stets beträchtlich niedriger sein werden als die wirklichen, und dadurch natürlich der numerische Werth der Differenz $(t - t_1)$ und mit ihm die ganze Korrektion zu gross ausfallen muss. Diesen Fehler möglichst auszugleichen, erniedrigte, auf einzelne Versuche gestützt, Holtzmann[2]) den bis dahin als Durchschnitt für α angenommenen Werth 0,000 154 auf 0,000 135, doch diese Verbesserung liess, wie Versuche von Landolt[3]) zeigten, bei längeren Fäden, deren Temperatur sich mehr der umgebenden Luft nähert, die ganze Korrektion wiederum zu niedrig ausfallen. Auf Grund der letztgenannten Versuche brachte endlich Thorpe[4]) einfach den zwischen dem Kopp'schen und Holtzmann'schen Werth in der Mitte liegenden Faktor 0,000 143 in Vorschlag. In dieser Form:

$$\text{Korr.} = 0{,}000\,143\, n\, (t - t_1),$$

ging dann die Formel in die Landolt-Börnstein'schen *Physikalisch-chemischen Tabellen* über und ist die augenblicklich wohl am meisten in Anwendung gezogene. — Einen wesentlich anderen Weg, der die Schwierigkeiten der direkten Messung der

---

1) *Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 94. S. 262.* — 2) *Handwörterbuch d. Chem. VII, 368.* — 3) *Annal. d. Chem. Suppl. B. 6. S. 143.* — 4) *Journal of the Chem. Soc. 37. S. 160.* —

Fadentemperatur umgehen soll, schlugen Mousson und Wüllner ein, indem sie zur Ermittlung derselben die Gesetze der Wärmeleitung in Stäben heranzogen. Mousson giebt auf Grund ausführlicher mathematischer Entwicklung[1]) die Formel:

$$\text{Korr.} = (t - t_0)(\alpha\, n - E)\,,$$

in welcher t_0 die Temperatur der das Thermometer umgebenden äusseren Luft bedeutet, α, n, t, die gewöhnliche Bedeutung haben, E endlich eine jedem einzelnen Instrumente eigenthümliche, „nahezu“ konstante Grösse darstellt. Diese Konstante ist ihrer Bedeutung nach gleich:

$$\frac{\alpha}{\lambda \sqrt{\frac{h}{k} \cdot \frac{p}{q}}}\,,$$

wo λ die Länge eines Grades, h und k die Koeffizienten der äusseren und inneren Leitungsfähigkeit des Quecksilbers im Glase, p und q Umfang und Querschnitt des Fadens ausdrücken. Die Ermittlung der Grösse dieser Konstante lässt Mousson so vornehmen, dass man das betreffende Instrument in ein Wärmebad von konstanter Temperatur einmal bis zum Ende des Fadens eintaucht und dann bis zum Nullpunkte hervorzieht. Bezeichnet man die Differenz beider Ablesungen mit Δt, so berechnet sich die bei allen Verwendungen dieses Thermometers dann stets in Gebrauch zu nehmende Konstante:

$$E = \alpha\, n - \frac{\Delta t}{t - t_0}\,.$$

Auf Grund ähnlicher Entwicklungen wie Mousson gelangt Wüllner[2]) zu der Korrektionsformel:

$$\text{Korr.} = \alpha\, n \left(t - t_0 - \frac{\nu\,(t - t_0)}{n\, 0{,}6755 \sqrt{p/q}} \right),$$

in welcher ν die Anzahl der auf die Länge eines Dezimeters gehenden Thermometergrade darstellt, 0,6755 aber für $\sqrt{h/k}$ gesetzt ist. Die Mousson'sche und Wüllner'sche Formel ist, wie man sieht, beinahe dieselbe; durch einfache Umformung und Einführung von $1/\lambda$ an Stelle von ν geht letztere in erstere über. Sie unterscheiden sich lediglich dadurch, dass, während Mousson den für die Berechnung der Korrektion wesentlichen Werth von $\sqrt{h/k}$ mit den anderen durch die jeweiligen Verhältnisse des Thermometers gegebenen besonderen Bedingungen zusammen in seine Konstante eingehen lässt, dadurch aber auch auf die Möglichkeit allgemeinerer Anwendung der Korrektionsgrösse Verzicht leistet, Wüllner gerade in Rücksicht hierauf den betreffenden Quotienten ausscheidet und dafür den numerischen Werth 0,6755 setzt. Die Grösse des letzteren stellte er durch besondere Versuche über den Gang der Temperatur in einer mit Quecksilber gefüllten einseitig erwärmten Glasröhre fest. — So grossen Vortheil die Wüllner'sche Formel dadurch bietet, dass sie an Stelle der nur ungenau bestimmbaren Fadentemperatur die der umgebenden Luft setzt, so erheben sich doch gegen ihre durchgängige Verwendbarkeit von vornherein einige Zweifel. Zunächst ist die Konstanz des Werthes 0,6755 für $\sqrt{h/k}$ innerhalb aller Temperaturgrenzen nicht sicher, da sowohl h wie k keine konstanten Grössen, sondern Funktionen der Temperatur sind, dann aber mag man auch Bedenken hegen, denselben, der

1) *Poggend. Annal. Bd. 133. S. 311.* — 2) *Wüllner, Experimentalphysik, Bd. III, 379.*

unter wesentlich anderen Versuchsbedingungen gewonnen wurde, ohne Weiteres auf die Verhältnisse der Thermometer zu übertragen. Der Werth $\sqrt{p/q}$ endlich, der für jedes Instrument besonders bestimmt werden soll, ist mit Genauigkeit auch kaum festzustellen, da die Kapillaren der neueren Thermometer meist nicht mehr ein rundes, sondern ein mehr oder weniger flaches Lumen besitzen. Selbst bei genauer Messung des grösseren Querschnitts des Quecksilberfadens wird man immer über die Grösse des kleineren im Unklaren sein und sich damit begnügen müssen, für $\sqrt{p/q}$ einen Mittelwerth, der jedoch auch nicht bekannt ist, in die Formel einzuführen.

Unter diesen Verhältnissen schien eine erneute experimentelle Prüfung der ganzen bis jetzt wohl überwiegend theoretisch behandelten Frage wünschenswerth. Gerade die durch Einführung des Jenaer Glases erzielte grössere Einheitlichkeit im Ausdehnungsgang der Thermometersubstanz bot die Aussicht, durch Versuche, angestellt mit einer grösseren Anzahl von Thermometern, in der von Mousson vorgezeichneten Weise — unter Heranziehung der Temperatur der äusseren Luft — zu Konstanten zu gelangen, deren Uebereinstimmung genügend wäre, um allgemeinere Anwendbarkeit zu gestatten.

Im Folgenden schicke ich der Aufführung der Resultate und der daraus zu ziehenden Schlüsse eine Beschreibung der benutzten Thermometer und des Versuchsverfahrens voraus.

Angewendete Thermometer.

(λ = Länge des einzelnen Grades, D = Durchmesser bei Stabthermometern des Stabes, bei Einschlussthermometern der umschliessenden Röhre, beides in Millimetern.)

A. Sogenannte chemische Thermometer
für Temperaturen bis zu 360° in ganze oder halbe Grade getheilt.

a. Einschlussthermometer.

Nr.	Verfertiger	Zeit der Verfertigung	Bezeichnung	λ	D
I	M. Stuhl in Berlin	1889	Nr. 413	0,94	8,2
II	R. Fuess „ „	1888	„ 605	0,96	7,5
III	M. Stuhl „ „	1889	„ 412	0,98	8,1
IV	R. Fuess „ „	„	„ 213	1,07	10,2
V	M. Stuhl „ „	„	„ 414	1,51	8,1
VI	M. Stuhl „ „	„	„ 598	1,55	8,2
		b. Stabthermometer.			
VII	W. Haak in Jena	1889	Nr. —	0,88	5,9
VIII	R. Fuess „ Berlin	1888	„ 603	0,98	5,1
IX	W. Haak „ Jena	1889	„ —	1,37	5,9
X	W. Haak „ „	„	„ —	1,63	5,9

Nr. IX und Nr. X gehen von 0 bis 250° und sind in halbe Grade, alle übrigen gehen von 0 bis 360° und sind in ganze Grade getheilt.

B. Sogenannte Normalthermometer
für Temperaturen bis zu 100°, in $^1/_{10}$ Grade getheilt.

Nr.	Verfertiger	Zeit der Verfertigung	Bezeichnung	λ	D
XI	R. Fuess in Berlin	1889	Nr. 292	3,3	11,3 } Einschluss-Thermometer
XII	R. Fuess „ „	1888	„ 216	4,0	14,3 } Einschluss-Thermometer
XIII	W. Haak „ Jena	1889	„ —	6,8	6,8 } Stabthermometer.

Alle Thermometer bestehen aus Jenaer Glas, mit Ausnahme von Nr. I, III, V, VI, die aus Weber-Friedrichs'-Glas gefertigt sind.

Zur Feststellung der an den Ablesungen anzubringenden Korrektionen wurden bestimmt:

1. Die Kaliberfehler. Die Kalibrirung selbst wurde vorgenommen mit Hilfe eines von Herrn Dr. Pernet angegebenen[1]) Apparats, vermittels abgetrennter Quecksilberfäden von je 25, 50, 100, 150, 200, 250 und 300° Länge bei den Thermometern der Abtheilung *A*, von je 5, 10, 25, 50, 75° Länge bei denjenigen der Abtheilung *B*. Die Berechnung der Kaliberkorrektionen erfolgt sodann nach dem Verfahren von Neumann-Thiesen[2]).

2. Die Fundamentalpunkte. Der Eispunkt wurde genommen einmal nach längerer (3 bis 4wöchentlicher) Ruhe und einstündigem Verweilen im Eise (E_0), dann nach halbstündigem Erhitzen auf 100° (E_{100}), und endlich bei den höher gehenden Thermometern nach einstündigem Erhitzen auf 275° beziehungsweise 225° (E_{275} und E_{225}). Nachstehende Zusammenstellung giebt Auskunft über die Lage des Eispunktes bei den in Rede stehenden Instrumenten:

Thermometer	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
E_0	+1,15	−0,15	+0,6	+1,6	+1,0	+2,05	−0,10	±0,00	+0,60	+0,65	−0,01	+3,85	+0,02
E_{100}	+0,70	−0,15	+0,2	+1,2	+0,45	+1,30	−1,00	−0,05	+0,25	+0,20	−0,05	+3,80	−0,06
E_{225}							−0,80		+0,40	+0,35			
E_{275}	+0,75	−0,20	+0,55	+1,55	+0,75	+1,6		−0,08					

Die Depression des Eispunktes[3]) für eine Erhitzung auf 100 Grad betrug demnach bei den höher gehenden Thermometern im Mittel 0,43°; bei längerem Erhitzen auf 225° bezw. 275° erfolgte, entsprechend den Beobachtungen von Wiebe[4]) in den meisten Fällen wiederum ein Anstieg, der sich im Mittel auf 0,16° bezw. 0,27° belief. Die Lage des Eispunktes bei einer beliebigen Temperatur wurde aus den Zahlen der Tabelle durch Schätzung ermittelt; während der Dauer der Versuche mehrmals vorgenommene Kontrolbestimmungen mit Eis ergaben, dass die andauernden und verschiedenen Erhitzungen, denen die Instrumente unterworfen werden mussten, auf die Grösse der Nullpunktsdepression keinen bedeutenden Einfluss ausübten.

Der Siedepunkt, bestimmt mittels der Rudberg'schen Siederöhre und reduzirt auf 760 *mm* Druck = S, lieferte dann endlich mit dem E_{100} die Gradwerthkorrektion für die einzelnen Thermometer nach der Formel:

$$\text{Korr.} = \left(\frac{100}{S - E_{100}} - 1\right) t.$$

Diese Korrektionen für die Kaliberfehler, den Nullpunkt ($= - E_t$) und den Gradwerth wurden an sämmtlichen Ablesungen angebracht. Korrektionen für die Ungleichheiten der Skalentheilung erschienen überflüssig, da verschiedene Mes-

[1]) Beschrieben in Landolt, Schmelzpunkte organischer Substanzen, *Zeitschr. für physik. Chemie. 4. S. 350.* — [2]) M. Thiesen, *Carl's Repert. f. Exper. Phys. 15. S. 285.* — [3]) Die Skale der meisten Instrumente war behufs Vermeidung der negativen Zeichen der Eispunkte vom Verfertiger so gelegt worden, dass der Eispunkt stets über dem Nullpunkt der Skale lag. — [4]) *Diese Zeitschr. 1888. S. 373.*

sungen theils ganzer Intervalle mittels des Kathetometers, theils einzelner Grade mittels eines mit beweglichem Doppelfaden und Messtrommel versehenen Mikroskops die bezüglichen Fehler als zu unwesentlich ergaben.

Vor Eintritt in die Beobachtungsreihen wurden die Thermometer einer Vergleichung unterzogen durch gleichzeitiges vollständiges Eintauchen von je 3 bis 5 Instrumenten in den Dampf der auch später verwendeten, konstant siedenden Flüssigkeiten. Hierbei ergab sich, dass selbst bei Temperaturen von 230° unter Anbringung der aufgeführten Korrektionen die aus den Fehlerquadraten berechneten mittleren Fehler der einzelnen Messung den Betrag von 0,10° nicht überstiegen.

Anordnung der Versuche.

Das zur Bestimmung der in Frage stehenden Korrektion angewendete Versuchsverfahren bestand in Folgendem. Man tauchte die einzelnen Thermometer in ein Wärmebad von konstanter Temperatur zuvörderst nur bis zum Nullpunkte ein und ging dann in passenden Intervallen (von 20 zu 20 Fadengraden) immer weiter in das Bad hinein bis zum schliesslichen vollständigen Verweilen des Quecksilberfadens in dem letzteren. Die letzte Ablesung lieferte die wirkliche Temperatur des Bades, aus der Differenz zwischen dieser und den vorhergegangenen Ablesungen war dann die Korrektion zu berechnen. Gleichzeitig wurde jedesmal die Temperatur der äusseren Luft und die des herausragenden Fadens bestimmt, letztere in der eingangs erwähnten Weise. Wie ersichtlich, ist die vollständige Konstanz des Wärmebads die wesentlichste Vorbedingung für die Genauigkeit der Ergebnisse. Die Verwendung des Dampfes konstant siedender Körper, als welche gewählt wurden Wasser, Chloroform (60°), Xylol (140°), Anilin (180°), Thymol (230°), ermöglichte es, während einer ganzen, oft drei bis vier Stunden in Anspruch nehmenden Versuchsreihe die Temperatur des Bades fast völlig gleichmässig zu erhalten; höchstens hatte dieselbe gegen Ende der Reihe sich um einen bis zwei Zehntelgrade geändert. Das Erhitzen der Flüssigkeiten erfolgte in langhalsigen, am oberen Ende mit schräg aufwärts gerichteter angeblasener Seitenröhre und Rückflusskühler versehenen Glaskolben, deren Hals durch dicke Flanellumwickelung gegen Wärmeabgabe durch die Glaswand hindurch geschützt war; ein oben aufliegender Pappschirm verhinderte thunlichst die Strahlung von der Heizflamme her. Die Ablesungen selbst nahm man vor mittels eines mit Fadenkreuz versehenen Fernrohrs, das durch Einstellen des Fadens in die Mitte eines Grades $^1/_{20}$ bezw. $^1/_{50}$° zu schätzen gestattete. — Der Eintritt des stationären Zustandes beansprucht eine ziemliche Zeit; nach Beginn des Siedens vergingen für die erste Ablesung durchschnittlich 20, für jede fernere 10 bis 12 Minuten, bevor die Quecksilbersäule eine unveränderliche Höhe eingenommen hatte.

Beobachtungsreihen.

Nachfolgend (S. 158 u. 159) finden sich, vorerst für die Thermometer der Abtheilung *A* die bei den Temperaturstufen 100, 140, 180, 230 erhaltenen Temperaturablesungen[1]). Bei den Einschlussthermometern wurden zum Theil doppelte Versuchsreihen angestellt; die in Spalte *a* aufgeführten Zahlen erhielt man unter Verwendung je eines einzelnen Instrumentes, die in Spalte *b* eingetragenen wurden bestimmt durch gleichzeitiges Eintauchen aller der betreffenden Thermometer (I bis IV), also

[1]) Für den Druck wurden die gefundenen Zahlen auf die erste Dezimale abgerundet; die Berechnungen sind sämmtlich unter Heranziehung der Hundertstel ausgeführt.



Wasser-

n	Therm. I.			Therm. II.			Therm. III.			Therm. IV.			Therm. V.		
	t	Δ	t_1	t	Δ	t_1	t	Δ	t_1	t	Δ	t_1	t	Δ	t_1
100	97,3	1,0	27,5	99,0	1,0	25,0	98.8	1,0	24,0	98,8	1,0	27,5	99,1	1,1	24.2
80	97,6	0,8	28,5	99,2	0,8	26,5	99,0	0,8	25,5	99,1	0,7	28,5	99,3	0,9	25,0
60	97,8	0,5	29,0	99,5	0,5	31,5	99,2	0,5	25,5	99,3	0,5	30,5	99,6	0,6	25,5
40	98,0	0,3	32,5	99,7	0,3	30,5	99,5	0,3	27,4	99,5	0,3	35,2	99,9	0,4	26,0
20	98,2	0,1	34,5	100,0	0,1	42,5	99,7	0,1	29,2	99,7	0,1	38,8	100,1	0,1	29,2
	$T = 98{,}35$			$T = 100{,}10$			$T = 99{,}76$			$T = 99{,}82$			$T = 100{,}23$		
	$t_0 = 27{,}5$			$t_0 = 22{,}7$			$t_0 = 24{,}60$			$t_0 = 26{,}5$			$t_0 = 24{,}6$		

Xylol-

	Thermom. I.					Thermom. II.					Thermom. III.					Thermom.		
	a			b		a			b		a			b		a		
	t	Δ	t_1	t	Δ	t	Δ	t_1	t	Δ	t	Δ	t_1	t	Δ	t	Δ	t_1
140	134,4	2,6	26,5	137,9	2,8	136,1	2,5	26,5	138,2	2,4	134,6	2.6	26,0	138,1	2,6	136,8	2,6	26,2
120	134,8	2,2	27,0	138,4	2,3	136,5	2,1	27,0	138,6	1,9	135,0	2,2	26,7	138,6	2,1	137,2	2,2	27,0
100	135,2	1,8	27,0	138,8	1,8	136,9	1,7	27,5	139,9	1,6	135,4	1,8	27,0	139.0	1,7	137,7	1,7	27,2
80	135,6	1,4	28,2	139,3	1,4	137,3	1,3	27,2	139,4	1,2	135,9	1,4	27,5	139,4	1,3	138,0	1,4	29,0
60	136,0	1,0	29,2	139,7	1,0	137,6	0,9	28,2	139,8	0,8	136,3	1,0	28,0	139,8	0,9	138,4	1,0	29,5
40	136,4	0,6	30,0	140,1	0,6	138,0	0,6	31,0	140,1	0,5	136,6	0,6	32,0	140,1	0,6	138,8	0,6	31,0
20	136,8	0,2	32,0	140,4	0,2	138,4	0,2	42,5	140,3	0,3	137,0	0,2	45,5	140,4	0,2	139,1	0,3	32,5
	$T = 137{,}00$			$T = 140{,}67$		$T = 138{,}60$			$T = 140{,}59$		$T = 137{,}22$			$T = 140{,}70$		$T = 139{,}42$		
	$t_0 = 23{,}10$			$t_0 = 21$		$t_0 = 25{,}3$			$t_0 = 21$		$t_0 = 24{,}7$			$t_0 = 21$		$t_0 = 25{,}8$		

Anilin-

	Thermom. I.					Thermom. II.					Thermom. III.					Thermom.		
	a			b		a			b		a			b		a		
	t	Δ	t_1	t	Δ	t	Δ	t_1	t	Δ	t	Δ	t_1	t	Δ	t	Δ	t_1
180	178,1	4,3	27,0	179,8	4,3	179,7	4,1	27,0	179,7	4,2	179,8	3,9	34,5	179,9	4,2	179,6	4,1	30,5
160	178,6	3,8	27,0	180,5	3,6	180,2	3,6	27,5	180,4	3,6	180,2	3,5	34,5	180,5	3,6	180,1	3,5	30,6
140	179,2	3,3	27,5	181,0	3,1	180,8	3,1	28.0	180,8	3,1	180,7	3,0	35,5	181,0	3,1	180,6	3,1	30,6
120	179,7	2,7	28,5	181,5	2,6	181,3	2,6	29,2	181,4	2,6	181,2	2,5	37,0	181,5	2,7	181,1	2,6	31,2
100	180,3	2,2	29,0	181,9	2,1	181,8	2,1	29,0	181,9	2,1	181,7	2,0	37,0	182,0	2,1	181,5	2,1	31,5
80	180,8	1,7	29.0	182,4	1,7	182,3	1,6	29,5	182,4	1,6	182,1	1,6	38,0	182,5	1,6	181,9	1,7	31,6
60	181,2	1,3	30,5	182,8	1,2	182,7	1,2	31,0	182,8	1,1	182,5	1,2	40,0	183,0	1,1	182,4	1,2	33.0
40	181,7	0,8	38,0	183,3	0,8	183,1	0,8	35,5	183,3	0,7	183 0	0,7	42,0	183,5	0,7	182,9	0,8	37,0
20	182,1	0,3	40,0	183,8	0,3	183,5	0,3	38,0	183,7	0,2	183,4	0,3	47,8	183,9	0,2	183,3	0,3	38,5
	$T = 182{,}48$			$T = 184{,}08$		$T = 183{,}89$			$T = 183{,}95$		$T = 183{,}70$			$T = 184{,}15$		$T = 183{,}67$		
	$t_0 = 27{,}0$			$t_0 = 25{,}0$		$t_0 = 29{,}0$			$t_0 = 25{,}0$		$t_0 = 32{,}0$			$t_0 = 25{,}0$		$t_0 = 27{,}4$		

Thymol-

	Thermom. I.					Thermom. II.					Thermom. III.					Thermom.		
	a			b		a			b		a			b		a		
	t	Δ	t_1	t	Δ	t	Δ	t_1	t	Δ	t	Δ	t_1	t	Δ	t	Δ	t_1
220	226,4	7,1	30,0	226,7	7,2	226,4	7,0	30,0	226,8	7,0	226,1	6,8	36,0	226,6	7,3	226.9	6,7	33,0
200	227,1	6,4	31,0	227,6	6,3	227,1	6.3	30,9	227,6	6,2	226,7	6,1	37,0	227,4	6,4	227,5	6,1	33,0
180	227,7	5,8	31,5	228,3	5,6	227,7	5,6	30,5	228,2	5,5	227,6	5,4	37,7	228 1	5,8	228,3	5,5	33,5
160	228,4	5,1	31,0	229,0	5,0	228,5	4,9	31,0	228,9	4,9	228,1	4,8	38,0	228,[illegible]	4,9	228,9	4,8	34,0
140	229,0	4,4	31,5	229,6	4,3	229,1	4,3	31,2	229,5	4,2	228,8	4,1	40,3	229,4	4,4	229,6	4,2	35,0
120	229,7	3,8	31,7	230,2	3,7	229,6	3,7	31,5	230,1	3,6	229,5	3,5	40,0	230,1	3,7	230,2	3,5	35,0
100	230,3	3,1	32,5	230,9	3,0	230,4	3,0	31,5	230,8	3,0	230,1	2,8	40,0	230,8	3.1	230,8	2,9	35,5
80	231,0	2,4	33,0	231,5	2,4	231,0	2,4	32,0	231,5	2,3	230,7	2,2	40,5	231,4	2,4	231,5	2,2	35.5
60	231,6	1,8	34,5	232,2	1,7	231,7	1,7	34,5	232,1	1,6	231,4	1 6	41,3	232,1	1,7	232,0	1,6	36,0
40	232,3	1,2	36,8	232,9	1,0	232,2	1,1	39,0	232,8	1,0	232,0	1,0	43,8	232,8	1,1	232,7	1,0	36,5
20	232,9	0,6	39,0	233,5	0,4	232,9	0,5	40,5	233,3	0,4	232,6	0,4	45,0	233,3	0,5	233,2	0,5	37,0
	$T = 233{,}48$			$T = 233{,}94$		$T = 233{,}38$			$T = 233{,}77$		$T = 232{,}95$			$T = 233{,}83$		$T = 233{,}69$		
	$t_0 = 28{,}0$			$t_0 = 26.4$		$t_0 = 29{,}4$			$t_0 = 26{,}4$		$t_0 = 32$			$t_0 = 26{,}4$		$t_0 = 30{,}8$		

[1]) Die besonders bei den Xylolreihen hervortretenden grösseren Schwankungen in den Zahlen für die wirklichen Temperaturen erklären sich, abgesehen von dem Einfluss des wechselnden Luftdrucks, aus dem Umstande, dass bei den einige Monate in Anspruch nehmenden Versuchen

Dampf.

Therm. VI.			Therm. VII.		Therm. VIII.			Therm. IX.			Therm. X.	
t	Δ	t_1	t	Δ	t	Δ		t	Δ	t_1	t	Δ
98,6	1,1	28,5	98,6	0,9	98,5	1,0	25,5	98,4	1,0	29	98,5	1,0
98,8	0,8	28,8	98,8	0,7	98,7	0,8	26,5	98,7	0,8	29	98,7	0,8
99,1	0,6	29,6	99,0	0,5	99,0	0,5	26,5	98,9	0,5	32,2	98,9	0,6
99,3	0,4	30,5	99,2	0,3	99,2	0,3	29,5	99,1	0,3	33,2	99,2	0,4
99,5	0,2	31,5	99,4	0,1	99,4	0,1	32,0	99,3	0,1	36,5	99,4	0,2
$T = 99,68$			$T = 99,49$		$T = 99,55$			$T = 99,46$			$T = 99,56$	
$t_0 = 27$			$t_0 = 28,3$		$t_0 = 28,3$			$t_0 = 28,3$			$t_0 = 28,3$	

Dampf.

IV. b		Thermom. V.			Thermom. VI.			Thermom. VII.		Thermom. VIII.			Thermom. IX.		Thermometer X.		
t	Δ	t	Δ	t_1	t	Δ	t_1	t	Δ	t	Δ	t_1	t	Δ	t	Δ	t_1
138,0	2,8	135,4	2,7	25,8	136,5	2,7	27,2	137,3	2,3	137,2	2,6	25,5	137,0	2,7	137,1	2,8	26,0
138 5	2,3	135,8	2,3	25,8	137,0	2,2	28,5	137,7	1,9	137,6	2,2	26,0	137,5	2,2	137,5	2,3	26,0
139,0	1,8	136,2	1,9	26,5	137,5	1,7	28,5	138,1	1,5	138,0	1,8	26,0	138,0	1,8	138,0	1,9	27,5
139,4	1,4	136,6	1,5	27,2	137,8	1,3	29,0	138,5	1,1	138,4	1,4	26,5	138,4	1,3	138,4	1,5	28,0
139,7	1,1	137,0	1,1	27,5	138,2	1,0	29,5	138,8	0,7	138,8	1,0	28,0	138,8	1,0	138,7	1,1	31,5
140,1	0,7	137,4	0,7	32,0	138,5	0,7	31,0	139,2	0,4	139,2	0,6	36,0	139,1	0,6	139,2	0,7	32,0
140,5	0,3	137,8	0,3	33,2	138,9	0,3	31,5	139,5	0,1	139,5	0,3	37,5	139,5	0,2	139,5	0,3	33,5
$T = 140,79$		$T = 138,12$			$T = 139,20$			$T = 139,58$		$T = 139,75$			$T = 139,71$		$T = 139,85$ [1])		
$t_0 = 21$		$t_0 = 25,3$			$t_0 = 26,8$			$t_0 = 27,3$		$t_0 = 27,3$			$t_0 = 27,3$		$t_0 = 27,3$		
Dampf.																	
179,9	4,3	—	—	—	179,0	4,3	28,0	179,0	4,3	179,2	4,3	26,5	179,0	4,3	179,2	4,3	25,0
180,6	3,6	179,3	3,7	29,8	179,6	3,7	28,2	179,5	3,9	179,7	3,8	28,0	179,5	3,8	179,7	3,8	26,0
181,1	3.1	179,8	3,2	30,0	180,1	3,2	29,0	180,0	3,4	180,3	3,3	29,0	180,0	3,3	180,2	3,3	26,0
181,5	2,7	180,3	2,7	30,2	180,6	2,7	29,5	180,5	2,9	180,7	2,8	29,0	180,5	2,8	180,7	2,8	26,6
182,0	2,2	180,8	2.2	30,2	181,1	2,2	30,5	180,9	2,4	181,2	2,3	29,5	181,0	2,3	181,1	2,4	27,6
182,4	1,7	181,2	1,8	31,0	181,6	1,7	32,5	181,4	1,9	181,7	1,8	29,8	181,4	1.9	181,7	1,9	28,2
182,9	1,2	181,7	1,3	31,7	182,0	1,3	34,0	181,9	1,4	182,2	1,3	30,5	182,0	1,3	182,2	1,4	30,5
183,4	0,8	182,2	0,8	32,3	182,4	0,9	34,0	182,4	1,0	182,7	0,9	33,0	182,4	0,9	182,6	0,9	32,5
183,9	0,3	182,7	0,3	33,5	182,9	0,4	37,0	182,8	0,5	183,2	0,4	33,0	182,9	0,4	183,1	0,4	36,5
$T = 184,17$		$T = 183,01$			$T = 183,30$			$T = 183,36$		$T = 183,60$			$T = 183,34$		$T = 183,56$		
$t_0 = 25,0$		$t_0 = 29,0$			$t_0 = 26,0$			$t_0 = 26,8$		$t_0 = 26,8$			$t_0 = 26,8$		$t_0 = 26,8$		
Dampf.																	
622,6	7,3	226,7	6,6	32,0	226,2	6,9	32,5	[2])		226,8	6,8		226,3	7,3	226,6	6,9	27,0
227,5	6,5	227,3	6,0	32,5	227,0	6,1	33,5			227,5	6,1		227,1	6,4	227,4	6,2	28,0
228,2	5,7	227,9	5,4	33,0	227,6	5,5	33,5			228,1	5,5		227,9	5,7	228,0	5,5	28,0
228,9	5.1	228,5	4,8	33,2	228,2	4,9	33,5			228,8	4,8		228,6	5,0	228,7	4,8	29.0
229,6	4,4	229,2	4,1	34,0	228,8	4,3	34,0			229,5	4,1		229,2	4,3	229,5	4,1	31,0
230,2	3,8	229,8	3,5	34,2	229,4	3,7	34,2			230.0	3,6		229,8	3,7	230,1	3,5	31,0
230,9	3,1	230,4	2,9	35,5	230,1	3,1	34,5			230,6	3,0		230,4	3.1	230,7	2,9	31,5
231,6	2,4	231,1	2,2	36,0	230,7	2,5	36,5			231,1	2,5		231,0	2,6	231,3	2,3	32,0
232,2	1,8	231,7	1,6	37,5	231,3	1,9	38,5			231,8	1,8		231,7	1,9	231,9	1,6	33,5
232,9	1,0	232,2	1,1	39,5	231,9	1,2	39,0			232,4	1,2		232,3	1,3	232,5	1,1	39,0
233,5	0,4	232,8	0,5	39,8	232,5	0,6	43,5			233,0	0,6		232,9	0,7	233,0	0,6	42,0
$T = 233,89$		$T = 233,31$			$T = 233,15$					$T = 233,63$			$T = 233,55$		$T = 233,55$		
$t_0 = 26,4$		$t_0 = 32$			$t_0 = 32$					$t_0 = 28$			$t_0 = 28$		$t_0 = 28$		

verschiedene Präparate zur Verwendung kamen.

[2]) Therm. VII gestattete die Ausführung einer Reihe im Thymoldampf nicht, da bei dieser Temperatur der Quecksilberfaden stets riss.

unter völlig gleichen äusseren Bedingungen, in ein und dasselbe Wärmebad; bei den Stabthermometern (VII bis X) wurde stets in letzterer Weise verfahren. Die mit Δ bezeichnete Spalte giebt die Differenz zwischen der wirklichen Temperatur T und der abgelesenen, n bedeutet die Anzahl der aus dem Wärmebad hervorragenden Thermometergrade, t_1 die durch das Hilfsthermometer angegebene Fadentemperatur, t_0 die Temperatur der umgebenden Luft. Letztere ist das Mittel aus den bei jedesmaligem Verrücken des Instrumentes vorgenommenen Ablesungen. Da dieselben meistens nur um einen, höchstens zwei Grad unter einander abwichen, so genügte die Mittelzahl für die nachfolgenden Berechnungen vollständig. Die Thermometer selbst sind nach der Gradlänge geordnet.

Bei Durchsicht der Zahlenwerthe fällt sofort ins Auge, dass die Grösse der Depression bei Einschluss- und Stabthermometern verschieden ist und, wenigstens bis zur Grundtemperatur 180°, bei gleicher Anzahl hervorragender Grade, mit der Gradlänge steigt. Es können also innerhalb der beiden Klassen der Instrumente nur solche Thermometer mit einander verglichen werden, deren Gradlängen nicht zu sehr von einander abweichen. Als solche wurden gewählt bei den Einschlussthermometern No. I bis IV, bei den Stabthermometern No. VIII bis X; die Gradlänge der ersteren beträgt etwa 1 *mm*, die der letzteren 1 bis 1,6 *mm*. Um aus den erhaltenen Zahlen zu einer Korrektionsformel zu gelangen, schien es am einfachsten, das Verhältniss zwischen der jeweiligen Depression und der Differenz zwischen der abgelesenenen Temperatur und der äusseren Lufttemperatur heranzuziehen. Ist der Werth dieses Quotienten $Q = \Delta/(t - t_0)$ für ein bestimmtes n bekannt, so wird die Korrektionsformel

$$\text{Korr.} = Q\ (t - t_0).$$

In der nachstehenden Zusammenstellung gebe ich diese Quotienten für die eben angeführten Thermometer; bei Reihe *a* für jedes Instrument, bei Reihe *b* und den Stabthermometern, wo Grundtemperatur und Lufttemperatur gemäss der Versuchsordnung genau dieselben waren, berechnet aus dem arithmetischen Mittel der jeweiligen Depressionen. Darunter findet sich dann das arithmetische Mittel sämmtlicher Quotienten für ein bestimmtes n und die betreffende Temperatur.

Tabelle II.

Wasserdampf.

$n =$	100	80	60	40	20
a: Th. I	0,0146	0,0111	0,0074	0,0045	0,0014
II	0,0137	0,0111	0,0072	0,0045	0,0013
III	0,0135	0,0102	0,0068	0,0037	0,0013
IV	0,0141	0,0103	0,0071	0,0036	0,0014
b: I, II, III, IV	—	—	—	—	—
Mittel	0,0140	0,0107	0,0071	0,0041	0,0014
Rechnung	0,0138	0,0106	0,0074	0,0043	0,0011

Stabthermometer VIII, IX, X.

	100	80	60	40	20
Mittel	0,0147	0,0114	0,0081	0,0049	0,0021
Rechnung	0,0145	0,0114	0,0082	0,0051	0,0019

Xyloldampf.

$n =$	140	120	100	80	60	40	20
a: Th. I	0,0235	0,0197	0,0161	0,0124	0,0088	0,0053	0,0018
II	0,0236	0,0187	0,0152	0,0116	0,0084	0,0053	0,0018
III	0,0234	0,0197	0,0160	0,0122	0,0086	0,0053	0,0020
IV	0,0236	0,0195	0,0154	0,0122	0,0086	0,0057	0,0028
b: I, II, III, IV	0,0227	0,0189	0,0147	0,0112	0,0078	0,0050	0,0022
Mittel	0,0231	0,0191	0,0152	0,0117	0,0082	0,0052	0,0021
Rechnung	0,0231	0,0191	0,0153	0,0117	0,0083	0,0051	0,0021
Stabthermometer VIII, IX, X.							
Mittel	0,0243	0,0203	0,0164	0,0126	0,0092	0,0054	0,0025
Rechnung	0,0244	0,0203	0,0164	0,0126	0,0091	0,0057	0,0024

Anilindampf.

$n =$	180	160	140	120	100	80	60	40	20
a: Th. I	0,0286	0,0252	0,0215	0,0179	0,0145	0,0111	0,0082	0,0051	0,0022
II	0,0275	0,0241	0,0206	0,0171	0,0139	0,0106	0,0075	0,0049	0,0023
III	0,0266	0,0235	0,0200	0,0167	0,0136	0,0109	0,0078	0,0045	0,0018
IV	0,0269	0,0232	0,0200	0,0169	0,0139	0,0111	0,0080	0,0049	0,0021
b: I, II, III, IV	0,0275	0,0231	0,0199	0,0167	0,0136	0,0105	0,0075	0,0045	0,0016
Mittel	0,0275	0,0235	0,0202	0,0170	0,0138	0,0107	0,0077	0,0047	0,0019
Rechnung	0,0273	0,0237	0,0203	0,0170	0,0137	0,0106	0,0076	0,0047	0,0019
Stabthermometer VIII, IX, X.									
Mittel	0,0284	0,0250	0,0216	0,0185	0,0153	0,0121	0,0088	0,0058	0,0029
Rechnung	0,0284	0,0250	0,0217	0,0185	0,0152	0.0121	0,0089	0,0059	0,0028

Thymoldampf.

$n =$	220	200	180	160	140	120	100	80	60	40	20
a: Th. I	0,0357	0,0322	0,0290	0,0254	0,0221	0,0189	0,0156	0,0121	0,0091	0,0059	0,0028
II	0,0355	0,0318	0,0284	0,0246	0,0215	0,0187	0,0148	0,0119	0,0085	0,0057	0,0024
III	0,0352	0,0313	0,0275	0,0246	0,0209	0,0176	0,0142	0,0112	0,0079	0,0048	0,0020
IV	0,0344	0,0313	0,0277	0,0245	0,0207	0,0174	0,0143	0,0111	0,0081	0,0050	0,0024
b: I, II, III, IV	0,0360	0,0316	0,0281	0,0245	0,0214	0,0182	0,0149	0,0116	0,0084	0,0049	0,0023
Mittel	0,0356	0,0316	0,0281	0,0246	0,0213	0,0182	0,0148	0,0116	0,0084	0,0051	0,0024
Rechnung	0,0353	0,0317	0,0281	0,0247	0,0213	0,0180	0,0147	0,0115	0,0084	0,0054	0,0024
Stabthermometer VIII, IX, X.											
Mittel	0,0354	0,0315	0,0279	0,0244	0,0208	0,0178	0,0148	0,0120	0,0086	0,0058	0,0030
Rechnung	0,0352	0,0315	0,0280	0,0245	0,0211	0,0178	0,0147	0,0116	0,0086	0,0058	0,0030

Vorstehende Zusammenstellung zeigt, dass die Quotienten für gleiches n bei verschiedenen Grundtemperaturen nicht dieselben sind. Eine Ausgleichung

etwa durch Einführung des arithmetischen Mittels, führt zu allzugrossen Differenzen mit den Versuchsergebnissen, die Aufstellung einer die Beziehung zwischen Quotient und Grundtemperatur allgemein ausdrückenden Formel aber würde die ganze Korrektionsrechnung ziemlich verwickelt gestalten. Ich zog es deshalb vor, hiervon abzusehen, und vielmehr für jede beobachtete Temperaturstufe eine den Gang des betreffenden Quotienten ausdrückende Interpolationsformel aufzustellen. — Trägt man die gefundenen Mittelzahlen nebst zugehörigem n in ein Koordinatennetz ein, so erhält man eine flache, aufwärts gerichtete parabolische Kurve. Für die Temperatur 100 ist dieselbe so flach, dass sie ohne wesentlichen Einfluss auf die Grösse der Korrektion durch eine lineare Gleichung ausgedrückt werden kann, für die höheren Temperaturen ist die Einführung eines dritten Gliedes unumgänglich. Unter Heranziehung sämmtlicher Beobachtungen und Ausgleich derselben nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnen sich für die verschiedenen Temperaturstufen nachfolgende Formeln:

I. Einschlussthermometer.

Temp. 100°: $Q = (159{,}2\,n - 2100)\,10^{-6}$
„ 140°: $Q = (134{,}5\,n + 0{,}253\,n^2 - 684)\,10^{-6}$
„ 180°: $Q = (130{,}9\,n + 0{,}138\,n^2 - 735)\,10^{-6}$
„ 230°: $Q = (143{,}5\,n + 0{,}0874\,n^2 - 485)\,10^{-6}$.

II. Stabthermometer.

Temp. 100°: $Q = (157{,}7\,n - 1232)\,10^{-6}$
„ 140°: $Q = (150{,}2\,n + 0{,}205\,n^2 - 673)\,10^{-6}$
„ 180°: $Q = (148{,}2\,n + 0{,}058\,n^2 - 154)\,10^{-6}$
„ 230°: $Q = (129{,}8\,n + 0{,}1296\,n^2 + 398)\,10^{-6}$.

Der Grad der Genauigkeit, mit der sich die Formeln den Beobachtungen anpassen, ergiebt sich aus der bezüglichen Spalte der vorangegangenen Tabelle.

Mit Hilfe dieser Formeln würde man also ohne besondere Mühe für jedes n und berechnetes Q die Korrektion aufstellen können nach der Gleichung:

$$\text{Korr.} = Q\,(t - t_0).$$

Zur Beurtheilung der auf diese Weise zu erzielenden Uebereinstimmung gebe ich nachstehende Zusammenstellung, die lediglich die grössten Werthe enthält, welche die Differenz zwischen der nach der Formel korrigirten und der wirklichen Temperatur anzunehmen vermag.

Tabelle III.

n	Wasserdampf.				Xyloldampf.				Anilindampf.				Thymoldampf.			
	Minim.	Therm.	Maxim.	Therm.	Minim.	Therm.	Maxim.	Therm.	Minim.	Therm.	Maxim.	Therm.	Minim.	Therm.	Maxim.	Therm.
	Einschlussthermometer.															
20	— 0,02	I	+ 0,02	II	— 0,08	IVa	+ 0,04	Ia	— 0,05	IIa	+ 0,08	IIb	— 0,08	Ia	+ 0,09	IIIa
40	— 0,02	II	+ 0,04	III	— 0,06	IVa	+ 0,09	IIb	— 0,06	Ia	+ 0,03	IIIa	— 0,10	Ia	+ 0,15	IIb
60	+ 0,00	I	+ 0,04	III	— 0,06	Ia	+ 0,16	IIb	— 0,08	Ia	+ 0,06	IIIb	— 0,13	Ia	+ 0,11	IIIa
80	- 0,03	I	+ 0,03	III	— 0,08	Ia	+ 0,16	IIb	— 0,08	IVa	+ 0,08	IIb	— 0,11	Ia	+ 0,09	IVa
100	0,05	I	+ 0,02	III	— 0,18	Ia	+ 0,20	IIb	— 0,11	Ia	+ 0,09	IIb	— 0,17	Ia	+ 0,11	IIIa
120					— 0,07	Ia	+ 0,19	IIb	— 0,15	Ia	+ 0,03	IIIa	— 0,19	Ia	+ 0,08	IIIa
140					— 0,13	IVb	+ 0,28	IIb	— 0,19	Ia	+ 0,04	IIIa	— 0,15	Ia	+ 0,09	IIIa
160									— 0,23	Ia	+ 0,11	IIb	— 0,14	Ia	+ 0,12	IIb
180									— 0,20	Ia	+ 0,11	IIIa	— 0,16	Ia	+ 0,13	IIIa
200													— 0,15	IVb	+ 0,09	IVa
220													— 0,21	IVb	+ 0,18	IVa

n	Wasserdampf.				Xyloldampf.				Anilindampf.				Thymoldampf.			
	Minim.	Therm.	Maxim.	Therm.	Minim.	Therm.	Maxim.	Therm.	Minim.	Therm.	Maxim.	Therm.	Minim.	Therm.	Maxim.	Therm.
	Stabthermometer.															
20	− 0,03	X	+ 0,01	VIII	− 0,05	X	+ 0,02	IX	− 0,01	X	± 0,00	VIII	− 0,05	IX	+ 0,04	VIII
40	− 0,01	X	+ 0,03	VIII	− 0,03	X	− 0,07	VIII	± 0,00	X	+ 0,01	VIII	− 0,09	IX	+ 0,09	X
60	− 0,04	X	+ 0,03	IX	− 0,10	X	+ 0,05	IX	− 0,01	X	+ 0,04	IX	− 0,12	IX	+ 0,16	X
80	− 0,02	X	+ 0,01	IX	− 0,05	X	+ 0,07	IX	− 0,03	IX	+ 0,02	VIII	− 0,23	IX	+ 0,09	X
100	− 0,03	VIII	+ 0,01	IX	− 0,10	X	+ 0,05	IX	− 0,06	X	± 0,00	IX	− 0,18	IX	+ 0,09	X
120					− 0,07	X	+ 0,07	VIII	− 0,01	IX	+ 0,01	X	− 0,11	IX	+ 0,11	X
140					− 0,08	X	+ 0,11	VIII	− 0,01	X	+ 0,03	VIII	− 0,06	IX	+ 0,18	X
160									− 0,02	VIII	+ 0,02	IX	− 0,07	IX	+ 0,11	VIII
180									− 0,02	X	+ 0,03	IX	− 0,10	IX	+ 0,19	VIII
200													− 0,16	IX	+ 0,18	VIII
220													− 0,27	IX	+ 0,19	VIII

Man erkennt, dass die Schwankungen grösser werden, je höher die Temperatur des Wärmebades ist und je mehr Fadenlänge sich ausserhalb des Dampfes befindet; doch wird man, wenn man von den extremsten Fällen, wo das Thermometer bis zum Nullpunkte hervorgezogen ist, absieht und berücksichtigt, dass die in dieser Tabelle aufgeführten 128 Korrektionen nur ungefähr ein Drittel der sämmtlichen Ablesungen darstellen, die übrigen zwei Drittel also innerhalb der bezüglichen Grenzen fallen, wohl sagen können, dass der Fehler der auf diese Art ausgeführten Fadenkorrektion durchschnittlich 0,10° nicht erheblich übersteigt. — Es ist dies ein recht günstiges Ergebniss im Hinblicke auf die Eingangs berührte Vergleichung der Instrumente, welche zeigte, dass bei höheren Temperaturen, selbst bei Anbringung aller Korrektionen, der mittlere Fehler der einzelnen Messung ohnehin sich auf ± 0,10° belaufen kann.

Trotzdem die Handhabung der Formeln einen besonderen Aufwand von rechnerischer Thätigkeit nicht fordert, erschien es im Hinblick auf die tägliche chemische Praxis doch nicht unangemessen, aus denselben — unter theilweiser Zuhilfenahme der graphischen Interpolation für die zwischenliegenden Temperaturstufen — zwei Tabellen zu berechnen, aus denen sich die Korrektionen sofort entnehmen lassen. Sie finden sich als Tabelle VI und VII angehängt, sind ohne Weiteres verständlich und fordern zu ihrer Benutzung neben der Ablesung des Hauptthermometers nur die Bestimmung der, wie erwähnt, auf 1 bis 2° mit Sicherheit leicht zu ermittelnden Temperatur der äusseren Luft.

Die Werthe der Tabelle VI (Einschlussthermometer) beziehen sich, wie schon oben bemerkt, auf Instrumente mit einer Gradlänge von etwa 1 *mm*. Die Depressionen, welche die Einschlussthermometer von grösseren Dimensionen (No. V u. VI mit einer Gradlänge von etwa 1,5 *mm*) erleiden, sind, wie die Beobachtungen zeigen, bis zu einer Temperatur von 180 Graden im Mittel um 0,08° höher als die der kleineren Thermometer, bei höheren Temperaturen verschwindet der Einfluss der Gradlänge. Es würde also bei längeren Thermometern und niedrigeren Temperaturen den Zahlen der Tabelle eine kleine durch Schätzung leicht zu ermittelnde Grösse hinzuzufügen sein. — Die Tabelle VII (Stabthermometer) bezieht sich auf solche von etwa 1 bis 1,6 *mm* Gradlänge, dürfte also, da längere hochgehende Thermometer kaum vorkommen, für die meisten Fälle ausreichen. Thermometer VII von bedeutend kleineren Dimensionen zeigte bei Temperaturen von 100 und 140° Depressionen, die sich im Mittel um 0,07° bezw. 0,28°

niedriger stellten als die der längeren Instrumente, während bei 180° seine Depression umgekehrt um 0,06° im Mittel grösser war. Das Versuchsmaterial ist zu ungenügend, als dass ich es wagen sollte, daraus Schlüsse auf das Verhalten kleiner Thermometer zu ziehen; dasselbe zu vergrössern fand ich mich jedoch auch nicht veranlasst, da bei Messungen, die Anspruch auf Zuverlässigkeit machen, kleinere Instrumente als solche von 1 *mm* Gradlänge überhaupt besser nicht in Anwendung zu ziehen sind. Nimmt man dennoch solche in Gebrauch, so werden die durch Verwendung der Tabellenwerthe entstehenden Fehler gegenüber den durch die schwierige Abschätzung der Theilgrade veranlassten nicht allzusehr in die Wagschaale fallen.

Bis 100° gehende in $^1/_{10}$° getheilte Thermometer.

In gleicher Weise, wie für die hochgehenden wurden sodann für die Thermometer der Abtheilung *B* Versuchsreihen mit Chloroform und Wasser als Siedeflüssigkeiten angestellt. Die Ergebnisse sind in Tabelle IV enthalten.

Tabelle IV.

n	Thermomet. XI.		Thermomet. XII.		Thermometer XIII.			Q	
	t	Δ	t	Δ	t	Δ	t_1	Beobachtung	Rechnung
					Chloroformdampf.				
60	60,09	0,57	60,19	0,52	60,14	0,48	17,5	0,0128	0,0126
50	60,22	0,44	60,31	0,40	60,25	0,37	18,5	0,0101	0,0103
40	60,32	0,34	60,39	0,32	60,32	0,30	19,5	0,0078	0,0079
30	60,41	0,25	60,47	0,24	60,40	0,22	20,0	0,0059	0,0056
20	60,54	0,12	60,59	0,12	60,50	0,12	20,3	0,0029	0,0033
10	60,62	0,04	60,66	0,05	60,57	0,05	21,2	0,0012	0,0010
	$T = 60,66$		$T = 60,71$		$T = 60,62$				
	$t^0 = 19,5°$		$t^0 = 19,5°$		$t_0 = 19,5$				
					Wasserdampf.				
100	98,95	1,23	98,97	1,28	98,89	1,29	17,0	0,0158	0,0157
90	99,08	1,10	99,11	1,14	99,03	1,15	17,0	0,0141	0,0141
80	99,20	0,98	99,24	1,01	99,17	1,01	17,3	0,0125	0,0125
70	99,34	0,84	99,37	0,88	99,30	0,88	17,6	0,0107	0,0108
60	99,46	0,72	99,50	0,75	99,42	0,76	17,6	0,0092	0,0092
50	99,58	0,60	99,62	0,63	99,54	0,64	17,6	0,0077	0,0076
40	99,72	0,46	99,77	0,48	99,70	0,48	18,0	0,0058	0,0060
30	99,84	0,34	99,90	0,35	99,83	0,35	18,6	0,0043	0,0044
20	99,97	0,21	100,03	0,22	99,95	0,23	20,0	0,0027	0,0027
10	100,08	0,10	100,14	0,11	100,08	0,10	23,8	0,0012	0,0011
	$T = 100,18$		$T = 100,25$		$T = 100,18$				
	$t_0 = 19,0$		$t_0 = 19,0$		$t_0 = 19,0$				

Da jede Reihe durch gleichzeitiges Eintauchen der Instrumente, also bei gleicher Lufttemperatur, erhalten wurde, so berechnen sich die Quotienten einfach aus dem Mittel der bezüglichen Depressionen. Der Gang derselben stellt wiederum eine flache Kurve dar, die mit Rücksicht auf die verhältnissmässig geringe Höhe der Korrektion durch eine lineare Gleichung ausgedrückt werden kann. Nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnen sich folgende Interpolationsformeln:

$$\text{Temperatur } 60° : Q = (232\,n - 1340)\,10^{-6}$$
$$\text{Temperatur } 100° : Q = (162\,n - 512)\,10^{-6},$$

deren Uebereinstimmung mit den Beobachtungen die Vergleichungen der letzten Spalte zeigen. — Die mit diesen Formeln berechneten Korrektionen geben die wirkliche Temperatur wieder bei der Wasserreihe mit einer Abweichung von durchschnittlich ± 0,02°, in einigen Fällen 0,03°, bei der Chloroformreihe mit solcher von 0,01 bis 0,02°, in einigen Fällen 0,05°. Die letztere grössere Schwankung erklärt sich aus dem im Vergleich zum Wasser etwas unruhigen Sieden des Chloroforms, das während der Ablesung die Quecksilbersäule häufig um 0,05° auf und nieder gehen liess. — Der bequemeren Anwendung halber wurde auch für diese Thermometer eine Korrektionstabelle entworfen, die sich als Tabelle VIII angehängt findet.

Es erübrigt noch auf Grund des gewonnenen Materials in eine kurze Besprechung der bisher zur Anwendung gekommenen Korrektionsformeln einzutreten. Zuvörderst die Kopp-Thorpe'sche Formel anlangend, so finden sich in Tabelle V bezüglich eines grösseren Theils der Thermometerablesungen die Differenzen aufgeführt, welche die mit Hilfe der betreffenden Faktoren korrigirten Ablesungen mit der wirklichen Temperatur liefern. Die regelmässige Folge der Zeichen — bei abnehmendem *n* allmäliger Uebergang von negativen zu positiven Werthen — lässt

Tabelle V.

n	Therm. I. a		Therm. II. a		Therm. III. a		Therm. IV a		Thermom. VI.		Stabthermom. X.	
	K.	Thp.	K.	Thp.	K.	Thp.	K.	Thp.	K.	Thp.	K.	Thp.
	Wasserdampf.											
100	+0,19	+0,02	+0,09	+0,01	+0,15	+0,07	+0,08	± 0,00	± 0,00	+0,08	+0,09	+0,01
60	+0,13	+0,09	+0,09	+0,05	+0,17	+0,12	+0,12	+0,07	+0,02	+0,02	+0,07	+0,02
20	+0,10	+0,02	+0,07	+0,06	+0,12	+0,10	+0,09	+0,07	+0,04	+0,02	+0,04	+0,03
	Xyloldampf.											
140	−0,29	−0,46	−0,14	−0,31	−0,23	−0,40	−0,24	−0,41	−0,37	−0,54	−0,37	−0,54
100	−0,13	−0,25	−0,01	−0,13	−0,10	−0,20	−0,02	−0,14	−0,02	−0,14	−0,21	−0,33
60	−0,01	−0,08	+0,07	±0,00	+0,04	−0,03	+0,04	−0,03	−0,02	−0,09	−0,12	−0,19
20	+0,12	+0,10	+0,10	+0,08	+0,06	+0,04	+0,01	−0,02	+0,04	+0,02	+0,01	−0,02
	Anilindampf.											
180	−0,14	−0,45	+0,09	−0,21	+0,10	−0,19	+0,03	−0,26	−0,08	−0,38	−0,16	−0,46
140	−0,01	−0,24	+0,16	−0,07	+0,15	−0,07	+0,16	−0,07	+0,04	−0,20	−0,04	−0,27
100	+0,10	−0,06	+0,23	+0,07	+0,20	+0,04	+0,16	−0,01	+0,10	−0,07	−0,05	−0,22
60	+0,13	+0,03	+0,24	+0,14	+0,15	+0,05	+0,14	+0,04	+0,07	−0,03	± 0,00	−0,10
20	+0,09	+0,06	+0,10	+0,07	+0,14	+0,11	+0,12	+0,08	+0,03	± 0,00	± 0,00	−0,03
	Thymoldampf.											
220	−0,44	−0,91	−0,35	−0,83	−0,40	−0,86	−0,20	−0,67	−0,37	−0,84	−0,15	−0,64
180	−0,35	−0,74	−0,20	−0,59	−0,12	−0,49	−0,06	−0,44	−0,17	−0,55	+0,02	−0,37
140	−0,18	−0,48	−0,01	−0,31	−0,05	−0,34	+0,08	−0,22	−0,14	−0,44	+0,21	−0,10
100	−0,10	−0,32	+0,08	−0,14	+0,12	−0,09	+0,17	−0,05	−0,07	−0,28	+0,22	± 0,00
60	−0,03	−0,16	+0,10	−0,03	+0,19	+0,06	+0,17	+0,04	−0,08	−0,20	+0,23	+0,10
20	+0,02	−0,02	+0,10	+0,06	+0,18	+0,14	+0,12	+0,06	−0,03	−0,07	−0,01	−0,04

n	Thermometer XI. Kopp.	Thermometer XI. Thorpe.	Thermometer XII. Kopp.	Thermometer XII. Thorpe.	Thermometer XIII. Kopp.	Thermometer XIII. Thorpe.
			Chloroformdampf.			
60	−0,18	−0,20	−0,13	−0,15	−0,09	−0,11
50	−0,12	−0,14	−0,08	−0,10	−0,05	−0,07
40	−0,09	−0,11	−0,07	−0,09	−0,05	−0,07
30	−0,06	−0,08	−0,05	−0,07	−0,03	−0,05
20	± 0,00	−0,01	± 0,00	± 0,00	± 0,00	−0,01
10	+0,02	+0,02	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
			Wasserdampf.			
100	+0,03	−0,06	−0,01	−0,10	−0,03	−0,12
90	+0,04	−0,04	−0,01	−0,09	−0,01	−0,09
80	+0,02	−0,04	−0,01	−0,08	± 0,00	−0,07
70	+0,04	−0,02	± 0,00	−0,07	± 0,00	−0,06
60	+0,04	−0,02	± 0,00	−0,06	± 0,00	−0,06
50	+0,03	−0,01	± 0,00	−0,05	−0,01	−0,05
40	+0,04	+0,01	+0,02	−0,02	+0,02	−0,01
30	+0,04	+0,01	+0,02	−0,01	+0,02	± 0,00
20	+0,04	+0,02	+0,01	−0,01	+0,02	± 0,00
10	+0,02	+0,01	± 0,00	−0,01	+0,02	+0,02

auf konstante Fehler in der Formel schliessen. Setzt man voraus, dass bei höherem *n* die mittlere Fadentemperatur nicht wesentlich von der Lufttemperatur abweichen, also die Messung durch ein Hilfsinstrument für die Differenz $(t - t_1)$ ziemlich richtige Werthe liefern wird, so lässt sich die zu niedrige Korrektion nur daraus erklären, dass der Ausdehnungskoeffizient für Jenaer Glas geringer sein muss als der gewöhnlich angenommene, also auch der Werth für α ein höherer als 0,000 154[1]) Der Einfluss dieses Fehlers, der besonders bei höherem *n* durch Multiplikation mit diesem Werthe ins Gewicht fällt, wird mit sinkendem *n* zurückgedrängt und in das Gegentheil umgewandelt durch den dann auftretenden Fehler, dass die Fadentemperatur zu niedrig bestimmt, der numerische Werth der Differenz $(t - t_1)$, mit ihr also die ganze Korrektion, nothwendig zu gross wird. Wie wenig die direkte Messung der Fadentemperatur bei kurzen Fäden der Wirklichkeit entsprechen kann, zeigt ein Blick auf die Versuchsreihen. In den Tabellen finden sich z. B. bei den Thymolreihen für eine Länge des hervorragenden Fadens von 20 bis 40° als direkt gemessene Temperatur dieses Fadenstückes angegeben im höchsten Falle 45° bezw. 44°, während doch, wo das ganze Quecksilbergefäss und $^9/_{10}$ des Fadens sich auf der Temperatur 230° befinden, die wahre Temperatur dieses letzten Zehntels, von 2 bis 4 *cm* absoluter Länge, in der That nur

---

[1]) Ueber die Grösse des Ausdehnungskoeffizienten von Jenaer Glas finden sich in der Literatur wenig Angaben. Die von Weidmann (*Wiedem. Annal. 86. S. 229.*) gegebenen Zahlen weichen untereinander erheblich ab und machen auch nur Anspruch auf angenäherte Giltigkeit. Gemäss gütiger Mittheilung des Herrn Dr. Pernet lieferten ihm Versuche über den Gang des betreffenden Koeffizienten die Formel:

$$\beta = (21\,526 + 23{,}67\ t)\ 10^{-9}.$$

Hiernach würde α in der That nicht unwesentlich höher ausfallen als 0,000 154 und die mit diesem Werthe ausgeführten Korrektionen gaben für höheres *n* gute Uebereinstimmung mit der wirklichen Temperatur.

unbedeutend von derjenigen der übrigen Quecksilbermasse verschieden sein kann. — Jedenfalls liefert die Kopp-Thorpe'sche Berechnungsart wenig genaue Werthe, am wenigsten der Thorpe'sche Faktor 0,000 143, bei dessen Verwendung die Fehler in höheren Temperaturen bis fast zu einem Grade ansteigen können; eine Verbesserung im umgekehrten Sinne von Holtzmann und Thorpe, durch Erhöhung des Werthes für α, würde aber bei kurzen Fäden wiederum zu grossen Differenzen führen.

Bei der Mousson'schen Korrektion fällt die Schwierigkeit der Messung der Fadentemperatur weg und ebenfalls die Unsicherheit über die Höhe der für α einzusetzenden Zahl, da hierfür der gleiche Werth bei der Korrektion verwendet wird, der vorher zur Ermittlung der Konstante diente. Nachfolgende Zusammenstellung giebt, wenigstens für einige der benutzten Thermometer (I bis IV) Auskunft über die absolute Grösse dieser Konstanten. Die Zahlen wurden berechnet mit dem Werthe für $\alpha = 0{,}000\,159$ aus den Mittelwerthen der Quotienten.

n	$T = 100°$.	$T = 140°$.	$T = 180°$.	$T = 230°$.
20	+ 0,00183	+ 0,00105	+ 0,00130	+ 0,00081
40	+ 0,00225	+ 0,00114	+ 0,00165	+ 0,00123
60	+ 0,00241	+ 0,00132	+ 0,00188	+ 0,00117
80	+ 0,00203	+ 0,00104	+ 0,00169	+ 0,00113
100	+ 0,00192	+ 0,00069	+ 0,00214	+ 0,00111
120		— 0,00006	+ 0,00212	+ 0,00091
140		— 0,00087	+ 0,00201	+ 0,00093
160			+ 0,00190	+ 0,00082
180			+ 0,00116	+ 0,00050
200				+ 0,00017
220				— 0,00063

Aus diesen Werthen, mit denen die für die übrigen Thermometer, die ich der Kürze halber nicht aufführe, im Wesentlichen übereinstimmen, ergiebt sich zunächst, dass die Mousson'sche Konstante nicht eine konstante Grösse ist, vielmehr abhängig von der Temperatur und der Länge des herausragenden Fadens. Trägt man obige Zahlen für jede Temperaturstufe graphisch als Ordinaten auf, während die n die Abscissen bilden, so ergiebt sich eine Kurve, welche rasch zu einem Maximum ansteigt, um dann allmälig wieder hinabzusinken, unter Umständen unter die Abscisssenaxe. Man ersieht, dass es eben dieser Lauf der Mousson-schen Zahl ist, der in den oben zur Berechnung der Korrektionen verwendeten Quotienten die Gerade der Vielfachen von α in die parabolische Linie der Q verwandelt. Wollte man nach Mousson's Methode für ein oder mehrere Instrumente eine Korrektionsformel aufstellen, so müssten zur Erzielung genauer Resultate wenigstens drei Konstanten eingeführt werden; es würde dies aber im Wesentlichen auf die oben angewandte Berechnungsart herauskommen. Ebenso zeigt die Rechnung, dass das von Mousson vorgeschlagene Verfahren, die Konstante für ein einzelnes Thermometer aus der Differenz zwischen den durch einmaliges gänzliches Eintauchen und darauffolgendes Hervorziehen desselben gewonnenen Ablesungen zu berechnen, je nach der gewählten Temperatur zu beträchtlichen Fehlern Veranlassung geben kann. Würde man z. B. Th. I in dieser Weise im Thymoldampf behandeln, so erhielte man als Konstante — 0,00 076, und diese au alle Ablesungen des Instrumentes als Korrektion verwendet, ergäbe z. B. bei Tem-



peraturen von 180° Fehler bis zu 0,7°. Genügende Genauigkeit würde sich auf diese Weise nur erzielen lassen bei den bis 100° gehenden Thermometern.

Die Wüllner'sche Formel endlich ist, wie Eingangs gezeigt, mit der Mousson'schen identisch, nur mit dem Unterschiede, dass für den in den Mousson-schen Konstanten eingeschlossenen Werth $\sqrt{h/k}$ der numerische 0,6755 gesetzt ist. Da nun die übrigen die Mousson'sche Konstante bildenden Faktoren bei einem und demselben Instrumente stets gleich bleiben, so muss, wenn die Konstante selbst, wie nachgewiesen, nur durch eine mehrgliedrige Gleichung ausgedrückt werden kann, eben der Werth $\sqrt{h/k}$ hierzu die Veranlassung geben; er ist demnach, wie auch Eingangs bereits von vornherein vermuthet, nicht konstant, sondern eine Funktion der Temperatur. Es wird also auch die Wüllner'sche Formel, abgesehen von ihrer für die chemische Praxis zu umständlichen Handhabung, nur dann genaue Resultate geben können, wenn der Veränderlichkeit des genannten Werthes in passender Weise Rechnung getragen wird.

Zu völliger Aufklärung der jedenfalls ziemlich verwickelten Theorie der ganzen Frage und Aufstellung einer auf diese gegründeten Korrektionsformel dürften noch manche eingehende Untersuchungen erforderlich sein; inzwischen hoffe ich auf dem eingeschlagenen rein empirischen Wege die Sache zu einem für die Anforderungen des täglichen Gebrauches vorläufig genügenden Abschluss gebracht zu haben.

Anhang.

Tabelle VI.

Einschlussthermometer aus Jenaer Glas (0 — 360°). Gradlänge 0,9 bis 1,1 *mm*.
***t* abgelesene Temperatur, *t*° Temperatur der äusseren Luft, (bestimmt in 1 *dcm* seitlicher Entfernung vom Hauptthermometer) *n* Länge des herausragenden Fadens in Thermometergraden.**

$t-t^0 =$	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	$= t-t^0$
n = 10	0,01	0,01	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21	0,21	10 = n
20	0,08	0,12	0,14	0,19	0,23	0,25	0,27	0,28	0,29	0,32	0,36	0,40	0,45	0,49	0,52	0,54	20
30	0,25	0,28	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,50	0,54	0,60	0,66	0,73	0,78	0,82	0,87	30
40	0,30	0,35	0,41	0,48	0,54	0,60	0,63	0,67	0,71	0,77	0,84	0,92	1,00	1,08	1,14	1,20	40
50	0,41	0,46	0,52	0,59	0,70	0,79	0,84	0,89	0,93	0,98	1,05	1,16	1,28	1,38	1,45	1,53	50
60	0,52	0,60	0,68	0,79	0,89	0,99	1,07	1,11	1,15	1,23	1,33	1,46	1,58	1,70	1,78	1,87	60
70	0,63	0,74	0,85	0,98	1,11	1,20	1,28	1,32	1,38	1,45	1,56	1,70	1,84	1,99	2,11	2,21	70
80	0,75	0,87	1,01	1,15	1,28	1,38	1,47	1,53	1,61	1,70	1,83	1,98	2,14	2,29	2,42	2,54	80
90	0,87	0,99	1,13	1,28	1,45	1,62	1,75	1,82	1,86	1,94	2,08	2,25	2,43	2,60	2,75	2,89	90
100	0,98	1,12	1,29	1,47	1,65	1,82	1,96	2,03	2,08	2,20	2,37	2,55	2,73	2,92	3,09	3,24	100
110				1,70	1,90	2,05	2,19	2,29	2,34	2,43	2,58	2,77	3,00	3,25	3,44	3,60	110
120				1,88	2,10	2,28	2,42	2,49	2,55	2,68	2,89	3,13	3,37	3,59	3,78	3,96	120
130					2,30	2,52	2,67	2,75	2,81	2,95	3,17	3,44	3,70	3,92	4,12	4,33	130
140					2,54	2,75	2,90	2,97	3,05	3,22	3,49	3,75	4,01	4,24	4,48	4,69	140
150								3,17	3,32	3,55	3,80	4,07	4,33	4,58	4,83	5,06	150
160								3,35	3,56	3,80	4,06	4,35	4,64	4,92	5,20	5,45	160
170									3,83	4,08	4,36	4,66	4,96	5,26	5,54	5,82	170
180									4,10	4,37	4,67	4,99	5,31	5,63	5,92	6,22	180
190												5,35	5,67	5,99	6,31	6,61	190
200												5,68	6,01	6,34	6,66	6,98	200
210													6,35	6,70	7,04	7,37	210
220													6,65	7,05	7,44	7,82	220

Tabelle VII.

Stabthermometer aus Jenaer Glas (0 bis 360°). Gradlänge 1 bis 1,6 *mm*.

t abgelesene Temperatur, t^0 Temperatur der äusseren Luft, (bestimmt in 1 *dcm* seitlicher Entfernung vom Hauptthermometer) *n* Länge des herausragenden Fadens in Thermometergraden.

$t-t^0=$	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	$=t-t^0$
n = 10	0,02	0,03	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,17	0,20	0,21	0,23	0,27	0,30	0,33	0,36	0,38	10 = n
20	0,13	0,15	0,18	0,22	0,26	0,29	0,32	0,38	0,43	0,46	0,49	0,53	0,57	0,61	0,64	0,67	20
30	0,24	0,28	0,33	0,39	0,44	0,48	0,53	0,59	0,65	0,70	0.74	0,78	0,83	0,88	0,93	0,97	30
40	0,35	0,41	0,48	0,56	0,62	0,68	0,74	0,82	0,88	0,94	0,99	1,04	1,10	1,16	1,22	1,28	40
50	0,47	0,53	0,62	0,72	0,81	0,88	0,95	1,03	1,10	1,17	1,24	1,31	1,37	1,44	1,52	1,59	50
60	0,57	0,66	0,77	0,89	1,00	1,09	1,17	1,25	1,34	1,42	1,50	1,58	1,66	1,74	1,82	1,90	60
70	0,69	0,79	0,92	1,06	1,19	1,30	1,39	1,47	1,57	1,67	1,76	1,86	1,94	2,04	2,13	2,23	70
80	0,80	0,91	1,05	1,21	1,37	1,52	1,62	1,71	1,82	1,94	2,05	2,15	2,24	2,33	2,44	2,55	80
90	0,91	1,04	1,19	1,38	1,56	1,73	1,86	1,96	2,07	2,20	2,31	2,42	2,53	2,64	2,76	2,89	90
100	1,02	1,18	1,35	1,56	1,79	1,97	2,09	2,18	2,29	2,45	2,58	2,70	2,82	2,94	3,08	3,23	100
110				1,78	2,02	2,19	2,33	2,43	2,55	2,70	2,85	2,98	3 12	3,26	3,41	3,57	110
120				1,98	2,23	2,43	2,59	2.69	2,79	2,95	3,11	3,26	3,42	3,58	3.75	3,92	120
130					2,45	2,68	2,84	2,94	3,04	3,20	3,38	3,56	3,72	3,89	4.09	4,28	130
140					2,68	2,92	3,11	3,22	3,31	3,47	3,66	3,86	4,04	4,22	4,43	4,64	140
150									3,51	3,74	3,96	4,15	4,35	4,56	4,79	5,01	150
160									3,74	4,00	4,23	4,46	4,68	4,90	5,14	5,39	160
170									4,01	4,27	4,52	4,76	5,00	5,24	5,51	5,77	170
180									4,26	4,54	4,81	5,07	5,33	5,59	5,87	6,15	180
190												5,38	5,65	5,95	6,25	6,54	190
200												5,70	6,00	6,30	6,62	6,94	200
210													6,35	6,68	7,01	7,35	210
220													6,69	7,04	7,40	7,75	220

Tabelle VIII.

Sog. Normalthermometer aus Jenaer Glas (Stab- und Einschluss-) 0 bis 100° in $^1/_{10}$° getheilt. Gradlänge etwa 4 *mm*. (Bedeutung der Zeichen wie oben).

$t-t^0=$	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	$=t-t^0$
n = 10	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	10 = n
20	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0.19	0,20	0,22	0,23	20
30	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	30
40	0,28	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,48	0,51	40
50	0,36	0,38	0,40	0.42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,53	0,57	0,61	0,65	50
60	0,45	0.48	0,51	0,53	0,55	0,57	0,60	0,63	0,66	0,69	0,73	0,78	60
70						0.66	0,69	0,71	0,75	0,81	0,87	0,92	70
80							0,76	0,81	0,87	0,93	1,00	1,06	80
90								0,92	0,99	1,06	1,13	1,20	90
100									1,10	1,18	1,26	1,34	100

Berlin, Laboratorium des Herrn Prof. Landolt.

Ueber die Normalstimmgabeln der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und die absolute Zählung ihrer Schwingungen.

(Mitgetheilt nach einem amtlichen Berichte des Herrn Dr. Leman.).

(Fortsetzung.)

Zweiter Theil. Ausführung der Beobachtungen.

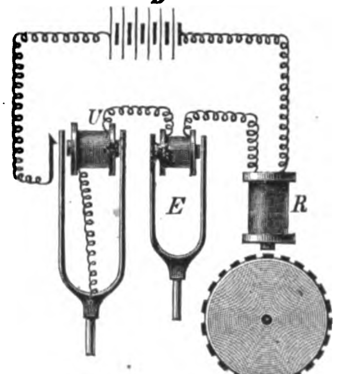
I. Die Methode mittels des phonischen Rades.

Die Methode mittels des phonischen Rades lehnt sich im Wesentlichen an die vom Erfinder desselben in der oben erwähnten Schrift: „*La roue phonique*“ gegebene Beschreibung an, einige Aenderungen der gesammten Anordnung sind bloss äusserlicher Natur. Das zu den Versuchen benutzte Rädchen ist in sehr einfacher Weise in der Werkstatt der Reichsanstalt hergestellt worden; seine Konstruktion weicht etwas von der a. a. O. beschriebenen ab und ähnelt mehr der von Rayleigh gewählten. Es besteht aus einem um eine vertikale Axe sehr leicht drehbaren Zylinder aus Buchsbaumholz von 80 *mm* Durchmesser und 35 *mm* Höhe, auf dessen Umfang parallel der Axe 20 dünne Lamellen aus weichem Eisen durch Schräubchen mit verlorenen Köpfen befestigt sind. Der hufeisenförmige Elektromagnet ist so angeordnet, dass die durch die Axen seiner beiden Kerne gelegte Ebene ebenfalls vertikal steht, dass also bei der Drehung des Rades jede einzelne Lamelle gewissermaassen als Anker beide Pole miteinander verbindet. Auf diese Weise wurde eine sehr kräftige magnetische Wirkung erzielt und gleichzeitig der Entstehung Foucault'scher Ströme in dem Körper des Rades selbst vorgebeugt. Der Buchsbaumzylinder enthält dabei in seinem Inneren das erforderliche Quecksilber zur Dämpfung. Die Kerne des Elektromagneten bestehen zur Verringerung der Selbstinduktion aus Bündeln von dünnen Eisendrähten; aus gleichem Grunde sind die messingenen Spulen der Länge nach aufgeschnitten worden. Trotz dieser Vorsichtsmaassregeln gelang es aber nicht, wie zuerst beabsichtigt, das Rädchen unmittelbar durch eine Unterbrechungsgabel von nahezu 435 Schwingungen in Rotation zu erhalten. Augenscheinlich war das eigene Trägheitsmoment des abgesehen von der Quecksilberfüllung sehr leichten Radkörpers für die erforderliche grosse Umlaufsgeschwindigkeit zu gering; eine Vergrösserung desselben durch Aufstecken einer Schwungscheibe erwies sich aus äusseren Gründen als unausführbar. Nachdem eine Reihe von Versuchen, durch Aenderungen am Kontakte der Unterbrechungsgabel das gewünschte Ziel dennoch zu erreichen, fehlgeschlagen war, musste daher dazu geschritten werden, die Umdrehungsgeschwindigkeit durch Anwendung einer Unterbrechungsgabel von nur etwa 218 Schwingungen auf die Hälfte herabzusetzen. Mit dieser läuft das Rädchen recht befriedigend, am sichersten aber wird sein Gang, wenn es nur die halbe Normalgeschwindigkeit erhält, so dass wechselweise ein Zahn und eine Lücke im Augenblicke des Stromschlusses sich vor den Polen des Magneten befindet. In diesem Bewegungszustande passiren also in einem bestimmten Zeitintervall nur halb so viel Zähne vor dem Magneten vorbei, als die Unterbrechungsgabel Schwingungen macht. Dieser Umstand war jedoch für die weitere Anordnung eher vortheilhaft als nachtheilig, daher wurde bei den Versuchen stets diese Umlaufsgeschwindigkeit benutzt. Für die Zählung der in einer gegebenen Anzahl von Sekunden erfolgenden Umläufe wurde wieder statt des Räderzählwerkes, wie es Lacour's Anordnung aufweist, die selbthätige Registrirung mittels eines elektromagnetischen Streifenchronographen, wie solche für astronomische Beobachtungen allgemein gebräuchlich sind, in Anwendung gebracht. Auf der Axe des phonischen Rades ist eine steilgängige Schraube ohne

Ende eingeschnitten, welche in ein Rad eingreift, dessen Zähnezahl aus einem später hervortretenden Grunde gleich 44 gewählt wurde und an welchem eine runde Scheibe mit einem Einschnitt am Rande befestigt ist. Auf dieser schleift eine weiche Feder, welche nach jedem Umgange des Rades mit der Scheibe in den Einschnitt einfällt und dabei einen Kontaktstift berührt. Der hierdurch bewirkte Stromschluss bethätigt den einen Magneten des Registrirapparates, wird aber nach kurzer Zeit dadurch wieder aufgehoben, dass beim Weitergang der Scheibe die nachfolgende bogenförmige Flanke des Einschnittes die Feder vom Kontaktstift wegdrängt.

Der Zwischenraum zwischen je zwei auf diese Weise in den ablaufenden Papierstreifen eingestochenen Marken entspricht somit 44 Umgängen des phonischen Rades oder dem Durchgang von 20 . 44 Zähnen des letzteren, d. h. 2 . 880=1760 Schwingungen der Unterbrechungsstimmgabel. Lässt man durch den zweiten Elektromagneten des Registrirapparates die Durchgänge des Sekundenpendels der Uhr durch seine Ruhelage mittels Quecksilberkontaktes auf demselben Papierstreifen markiren, so kann die während der obigen 1760 Schwingungen verflossene Zeit unmittelbar abgelesen und daraus die auf die Sekunde entfallende Anzahl von Schwingungen der Unterbrechungsgabel abgeleitet werden.

Um von dieser zu der eigentlich zu bestimmenden Normalgabel überzugehen, ist nun gleichzeitig mit den Registrirungen des zählenden Rades die Differenz zwischen der Schwingungszahl der ersteren und dem Doppelten der Schwingungszahl der um eine ganze Oktave tieferen Unterbrechungsgabel zu bestimmen. Wenn der Ton der Unterbrechungsgabel genügend verstärkt wird, gelingt es wohl, Schwebungen mit der gleichzeitig angeschlagenen Normalgabel zu hören; die direkte Zählung derselben bleibt aber doch etwas misslich, weil das allmälige Abnehmen der Tonstärke der ausschwingenden Normalgabel die Deutlichkeit der Wahrnehmung der Schwebungen sehr stark beeinträchtigt. Es wurde deshalb vorgezogen, noch eine zweite elektrisch erregte Hilfsgabel hinzuzufügen, welche keinen Stromunterbrecher bildet, sondern deren Elektromagnet in denselben Stromkreis eingeschaltet ist, der auch den der Unterbrechungsgabel enthält. Der Eigenton dieser Hilfsgabel steht dem der Normalgabel nahe, sie wird daher durch die von der Unterbrechungsgabel erzeugten Stromintermittenzen derart in erzwungene Schwingungen versetzt, dass sie den zweiten Oberton der letzteren annimmt und also genau doppelt soviel Schwingungen macht. Natürlich ist dazu erforderlich, dass die Schwingungszahlen der beiden elektrisch erregten Gabeln schon von vornherein sehr nahe im Verhältniss 1 zu 2 stehen; da sich aber die Schwingungszahl der Unterbrechungsgabel durch auf ihren Zinken verschiebbare Gewichte justiren, auch durch Verstellen des Kontaktes leicht um mehrere Einheiten verändern lässt, so ist es nicht schwer, die sekundäre Gabel zu kräftigen und gleichmässigen Tönen zu bringen. Die Gleichmässigkeit der Tonstärke ist dabei ein sicheres Zeichen dafür, dass wirklich genau der zweite Oberton entsteht. Beistehende schematische Skizze veranschaulicht die ganze Anordnung in übersichtlicher



Weise, *B* ist die elektrische Batterie, *U* die Unterbrechungs-, *E* die den zweiten Oberton von *U* gebende Hilfsgabel, *R* das phonische Rad. Bemerkt mag noch werden, dass es für die Praxis zweckmässiger gefunden wurde, die beiden

[illegible] gur angedeutet, hintereinander, das Rad aber parallel

[illegible] Hilfsgabel und der Normalgabel entstehenden Schwe- [illegible] ausgeprägt, lassen sich durch geringfügiges Verstellen [illegible] Unterbrechungsgabel bequem auf passendes Tempo bringen [illegible] gen. Für ihre Zählung wäre nun aber das Registrir- [illegible] ur anwendbar gewesen, da die beiden Schreibhebel des [illegible] durch das phonische Rad und die Uhr in Anspruch [illegible] n. Einen sogenannten Dreischreiber zu verwenden, sollte wo- [illegible] werden, da solche Apparate noch viel häufiger in Unord- [illegible] als es schon die Doppelschreiber thun. Es liess sich aber auch [illegible] noch ermöglichen und zwar unter Benutzung folgenden Um- [illegible] die Registrirung der Schwebungen bequemste Tempo entsteht, [illegible] Sekunde deren etwa $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ auftreten, wenn also die eingeschaltete [illegible] entweder etwa 433 oder 437 Schwingungen macht. Dementsprechend [illegible] Unterbrechungsgabel so abgestimmt werden müssen, dass sie entweder [illegible] oder 218,5 Schwingungen ausführt. Da nun wegen der Zähnezahl 44 [illegible] Schraube ohne Ende am phonischen Rade eingreifenden Zählrades [illegible] erst nach 1760 Schwingungen auf dem Papierstreifen eine Marke erzeugt [illegible] so entspricht der Abstand je zweier derselben 8,13 bezw. 8,06 Sekunden. [illegible] demnach eine solche Marke zwischen zwei Sekundenmarken, so werden auch [illegible] noch eine grössere Anzahl vorangehender, bezw. nachfolgender zwischen die Sekundenmarken fallen und es ist demnach möglich, ohne Verwechselungen befürchten zu müssen, für beide Marken ein und denselben Schreibhebel des Chronographen zu verwenden und den anderen für die Registrirung der Schwebungen frei zu machen. Allerdings fällt dabei, wenn der Abstand einer Radmarke von der benachbarten Sekundenmarke allmälig sehr klein geworden ist, eine von beiden auf dem Papierstreifen aus, weil der Kontaktschluss immer eine gewisse Zeit, etwa 0,15 Sekunden lang, dauern muss, wenn er den Elektromagneten des Registrirapparates sicher bethätigen soll, und dieser daher ungefähr ebensolange den Schreibhebel angezogen erhält. Hierdurch entsteht aber kein nennenswerther Nachtheil, da der Ausfall immer den nachfolgenden Punkt betrifft und man daher bei der Annäherung an die Koinzidenz auch dann noch die Radmarke als solche sicher erkennt, wenn der folgende Sekundenpunkt verloren gegangen ist. Freilich wird dann nach erfolgter Koinzidenz auch eine Radmarke verloren gehen, im ungünstigsten Falle selbst zwei, deren zugehörige Ablesungen sich dann indess durch Interpolation aus dem Gange der vorangehenden und nachfolgenden mit derselben Sicherheit ergänzen lassen, als ob sie selbst vorhanden wären. In dem Falle, wo der Abstand zweier Radmarken etwa 8,13 Sekunden beträgt, wird die Koinzidenz zweier verschiedener Marken sich öfter wiederholen als im anderen Falle, dafür tritt dann aber auch die Trennung rascher ein, so dass hier das gleichzeitige Ausfallen zweier Radmarken zu den Seltenheiten gehört. Ein ganz gleichartig übersichtlicher Verlauf der Registrirungen hätte sich natürlich auch bei der Zähnezahl 43 statt 44 ergeben; von beiden war die letztere die bequemer ausführbare.

Der Umstand, dass auf dem beschriebenen Wege die Unterlagen der Rechnung automatisch und unvergänglich aufgezeichnet werden, begründet zunächst einen sehr beachtenswerthen Vorzug gegenüber der subjektiven Ablesung des Räder-

zählwerkes bezw. der unmittelbaren Zählung der Schwebungen bei welcher, abgesehen von der erforderlichen Theilung der Aufmerksamkeit des Beobachters, die Beobachtungszahlen unkontrolirbar sind und daher zufällig begangene Fehler nicht verbessert werden können. Ein noch höher zu veranschlagender Vortheil aber liegt jedenfalls darin, dass es hier möglich ist, schon von vornherein ein Urtheil über die mögliche Grösse der unvermeidlichen Beobachtungsfehler zu bilden, was dort kaum thunlich erscheint.

Die Sekundenmarken sind auf dem Papierstreifen um etwa 10 *mm* von einander entfernt, daher kann man unter Zuhilfenahme einer Ableseskale bis auf etwa 0,01 Sekunden genau ablesen und wird daher, wenn man diese Grösse als den wahrscheinlichen Fehler einer Einzelablesung ansieht, die den Abstand zweier beliebigen Radmarken von einander in Sekunden ausdrückende Zahl d mit dem wahrscheinlichen Fehler von $0{,}01\sqrt{2} = 0{,}014$ behaftet, d. h. um $0{,}014/d$ ihres Werthes unsicher erhalten. Für zwei unmittelbar aufeinander folgende Radmarken ist d nahezu gleich 8, also für das Intervall zwischen einer beliebigen mit Null bezeichneten und der $n$ten darauf folgenden gleich $8\,n$. Legt man daher dieses Intervall der Bestimmung des zweiten Obertones der Unterbrechungsgabel zu Grunde, so wird das Resultat um $0{,}014/8\,n$ seines Werthes, also um $435 \,.\, 0{,}014/8\,n = 0{,}78/n$ Schwingungen unsicher ausfallen. Aus dieser. Ueberlegung geht sogleich hervor, wie lange man die Beobachtung fortsetzen müsste, um eine vorgeschriebene Genauigkeit inne zu halten. So würde beispielsweise, um damit bis auf 0,01 Schwingungen herabzukommen, $n = 78$ zu nehmen sein, wozu eine Beobachtungsdauer von $8 \,.\, 78$ Sekunden, d. h. ungefähr $10^1/_2$ Minuten, erfordert würde.

Oben wurde bereits darauf hingewiesen, dass durch Verstellen des Kontaktes sich die Schwingungszahl der Unterbrechungsgabel leicht um einige Einheiten verändern lässt; sie ist, wenn auch innerhalb gewisser Grenzen, abhängig von der Stromstärke und dem Zustande des Kontaktes und kann daher immer nur für eine verhältnissmässig kurze Zeit als unveränderlich angesehen werden. Dieser Umstand würde ohne jeden Einfluss auf die Richtigkeit des Endergebnisses bleiben, wenn man alle Schwebungen zählen könnte, welche in dem von den beiden benutzten Radmarken eingeschlossenen Zeitintervall auftreten; man würde dann eben die mittlere Schwingungszahl der Hilfsgabel in dem betreffenden Intervalle, ebenso aber auch die derselben genau entsprechende Schwebungszahl erhalten. Ein solches ganz strenges Verfahren ist aber hier praktisch nicht ausführbar, da einmaliges Anschlagen der Normalgabel ein sicheres Zählen der Schwebungen mit der Sekundärgabel nur während etwa 30 bis 40 Sekunden gestattet, eine Wiederholung desselben aber die Kontinuität der Schwebungen unterbricht. Der Ton der Normalgabel kann zwar für sich allein weit länger gehört werden; da aber seine Intensität langsam sinkt, während die der anderen unverändert bleibt, so werden die Schwebungen allmälig undeutlich. Die angegebene Zeit würde nun, wie später gezeigt werden wird, für die Differenzbestimmung allein bereits eine mehr als ausreichende Genauigkeit liefern, ist aber für die absolute Zählung nicht ausreichend, da, wenn man sich mit ihr begnügen wollte, n nur den Werth von 3 bis höchstens 5 annehmen, der wahrscheinliche Fehler einer Einzelbestimmung nach dem Obigen daher im Durschschnitt nicht unter etwa 0,2 erhalten und somit eine Anzahl von mehreren Hunderten von Einzelbestimmungen erforderlich werden würde, wenn der wahrscheinliche Fehler ihres Mittels bis in die Nähe von 0,01 herabgesetzt werden sollte.



Diesem Uebelstande lässt sich nur, dann aber sehr wirksam begegnen, wenn man etwas von der absoluten Strenge nachlässt. Kann man nämlich annehmen, dass die während der Dauer des Versuches zu befürchtenden spontanen Aenderungen der Schwingungszahl der Unterbrechungsgabel langsam und ohne Sprünge vor sich gehen, d. h. vorwiegend linearen Charakter besitzen, so bringt eine Diskontinuität in der Zählung der Schwebungen keinen Nachtheil und die Zahl n kann durch mehrmalige Wiederholung des Anschlagens beträchtlich vergrössert werden.

In den Unterschieden der aufeinanderfolgenden partiellen Differenzbestimmungen wird man dann einerseits ein Kriterium über das Maass der Zulässigkeit obiger Voraussetzung, andererseits aber bei genügender Kleinheit auch die Berechtigung erhalten, das Mittel aller dieser Einzelwerthe als die, der mittleren Schwingungszahl der Unterbrechungsgabel während der Dauer der Beobachtungsreihe entsprechende Differenz ansehen zu dürfen und zwar auch noch in dem Falle, wenn sich in ihnen näherungsweise gleichförmiger Gang zeigt, wie dies auch thatsächlich, wenn auch nur vereinzelt, beobachtet wurde.

Es ist jedoch einleuchtend, dass die Voraussetzung eines angenähert linearen Verlaufes der Schwankungen sich von der Wirklichkeit um so stärker entfernen und somit zu fehlerhaften Resultaten führen wird, je länger die Versuchsreihe dauert, und dass daher dann keineswegs mehr wie früher ein der Beobachtungsdauer direkt proportionales Wachsthum der Genauigkeit erwartet werden kann. Es wird vielmehr angenommen werden müssen, dass über eine gewisse Grenze hinaus überhaupt keine Zunahme, sondern eher wieder eine Abnahme eintreten wird. Diese Grenze ist aber selbst veränderlich; es lassen sich daher irgend begründete Annahmen nicht treffen, vielmehr erscheint es lediglich geboten, die Beobachtungsdauer jederzeit möglichst einzuschränken und sich lieber mit einer geringeren Genauigkeit für die einzelne Bestimmung zu begnügen und diese häufiger zu wiederholen. Indess lässt sich doch durch bessere Ausnutzung der Beobachtungen noch erheblich mehr erreichen. Bei der obigen Entwicklung war für die Bestimmung der doppelten Schwingungszahl der Unterbrechungsgabel nur das Intervall zwischen der 0ten und der $n$ten Radmarke zu Grunde gelegt worden. Die zwischenliegenden Marken schliessen aber untereinander ebenfalls noch Intervalle ein, die auch zur Bestimmung der gesuchten Grösse Verwendung finden können und deren Mitbenutzung also die Genauigkeit bei derselben Länge der Beobachtungsdauer vergrössern wird.

Bezeichnet man mit l_0, l_1, $l_2 \ldots . l_n$ die direkt vom Streifen abgelesenen und daher mit Beobachtungsfehlern der oben angegebenen Grösse behafteten Zahlen für $n+1$ aufeinanderfolgende Marken, mit f das zu bestimmende mittlere Zeitintervall zwischen je zwei benachbarten und mit e die vom Ablesefehler befreite, daher unbekannte Uhrzeit irgend einer der Marken, so ergeben sich zwischen den $n+1$ beobachteten Grössen l und den 2 unbekannten e und f im Ganzen $n+1$ unabhängige Bedingungen, deren jede Ablesung eine liefert. Dieselben lassen sich in verschiedenen Formen schreiben, von denen die für die weitere Behandlung zweckmässigste entsteht, wenn man e als der mittelsten bezw. der Mitte zwischen den beiden mittleren Marken entsprechend ansieht. Sie lauten dann:

$$\begin{aligned} l_0 &= e - {}^n/_2 f \\ l_1 &= e - ({}^n/_2 - 1) f \\ &\vdots \\ l_{n-1} &= e + ({}^n/_2 - 1) f \\ l_n &= e + {}^n/_2 f. \end{aligned}$$



Die Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate auf diese $n+1$ Bedingungsgleichungen, welche, wie ohne Weiteres einleuchtet, alle gleiches Gewicht besitzen, führt zu zwei Normalgleichungen von der allgemeinen Form:

$$[aa]\,e + [ab]\,f = [al]$$
$$[ab]\,e + [bb]\,f = [bl],$$

in denen sich die Koeffizienten der linken Seiten sogleich angeben lassen. Der unmittelbare Augenschein zeigt, dass $[aa] = n+1$, $[ab] = 0$ ist, fernerer giebt eine einfache mathematische Ueberlegung den Werth von $[bb] = n\,(n+1)\,(n+2)/12$. Der Umstand, dass $[ab] = 0$ ist, eine Folge der oben getroffenen Disposition über die Bedeutung von e, bewirkt den Vortheil, dass die beiden Normalgleichungen unabhängig von einander werden und dass demnach die Koeffizienten $[aa]$ und $[bb]$ sogleich die Gewichte angeben, mit denen die beiden Unbekannten hervorgehen, wenn jeder der Bedingungsgleichungen das Gewicht 1 beigelegt wird. Ist demnach r der wahrscheinliche Fehler einer jeden der letzteren, so wird derjenige von f werden:

$$r_f = \frac{r\sqrt{12}}{\sqrt{n\,(n+1)\,(n+2)}}$$

und daraus folgt wieder der wahrscheinliche Fehler der Bestimmung der doppelten Schwingungszahl $2\,U$ der Unterbrechungsgabel:

$$r_{2U} = \frac{435}{8}\,\frac{r\sqrt{12}}{\sqrt{n\,(n+1)\,(n+2)}}\,.$$

Setzt man nun in diese Gleichung für r_{2U} der Reihe nach die Werthe 0,01, 0,02 u. s. w. und berechnet die zugehörigen Zahlen n unter der früheren Voraussetzung: $r = 0{,}01$ Sek., so erhält man:

	für r_{2U} =	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	
	n =	32	20	15	13	12	
und die Beobachtungszeiten:	=	256	160	120	104	96	Sek.

Diese Zahlenreihe ermöglicht nunmehr auch ein Urtheil über die untere Grenze für n, unter welche bei rationeller Anordnung der Beobachtungen nicht heruntergegangen werden darf; man sieht, dass, von etwa $r_{2U} = 0{,}04$ ab, ein Herabsetzen der Genauigkeit keine wesentliche Abnahme von n mehr bewirkt und daher umgekehrt ein weiteres Einschränken der letzteren Grösse ein ganz unverhältnissmässiges Sinken des ersteren nach sich ziehen würde. Zu $n = 20$ gehört eine Beobachtungsdauer von $8 \,.\, 20 = 160$ Sekunden, ein Zeitraum, während dessen nach Ausweis der Beobachtungsergebnisse die dieser ganzen Beobachtungsweise zu Grunde liegende Voraussetzung eines sehr schwachen linearen Ganges der Schwankungen in der Schwingungszahl der Unterbrechungsgabel im Allgemeinen vollkommen zutreffend erscheint und über welchen sogar ohne Bedenken noch ziemlich weit hinausgegangen werden dürfte.

Bei den Versuchen wurde nun stets in der Weise verfahren, dass die Vergleichungen hintereinander solange fortgesetzt wurden, als es ohne Gefahr für die Temperatur der Normalgabel zulässig erschien; die auf diese Weise erhaltene lange Beobachtungsreihe wurde dann bei der rechnerischen Auswerthung derart in Gruppen zerlegt, dass für eine jede derselben die Anzahl der benutzten Marken etwa 20 bis 26, die der partiellen Differenzbestimmungen aber je nach der Länge der von denselben umfassten Zeiträume 3 bis 6 betrug.

Für die Berechnung der Differenz der beiden Schwingungszahlen aus den Registrirungen der Schwebungen lässt sich unter derselben, hier natürlich erst recht zulässigen Voraussetzung ein dem obigen ganz analoges Verfahren anwenden, nur wurde es für zweckmässiger erkannt, die Registrirungen selbst in etwas anderer Weise in Zahlen umzusetzen. Es ist hier nicht erforderlich, die Ablesungsgenauigkeit durch Anwendung der Ableseskale so weit als möglich zu treiben, und man könnte daher diese immerhin etwas mühsame und zeitraubende Arbeit ohne Bedenken durch einfache Abschätzung der Lage der den Schwebungen entsprechenden Marken gegen die Sekundenpunkte mit freiem Auge bis auf zehntel Sekunden erheblich vereinfachen. Noch vortheilhafter aber ist es hier, umgekehrt die ja ebenfalls wie die Sekundenpunkte in gleichen Abständen aufeinander folgenden Schwebungsmarken zu zählen und die Lage der Sekundenpunkte gegen diese nach Zehnteln einer Schwebung abzuschätzen. Hierbei wird einerseits die Schätzungsgenauigkeit etwas grösser, weil die zu theilenden Intervalle kleiner sind, andererseits aber auch die Anzahl der Schätzungen geringer. Allerdings werden dadurch auch für die Rechnung weniger Beobachtungszahlen gewonnen und daher wird theoretisch die Beobachtungsarbeit auf Kosten der Genauigkeit herabgesetzt; dies ist aber praktisch wohl erlaubt, weil die letztere immer noch gross genug ausfällt, ja eigentlich in starkem Missverhältniss zu der bei der absoluten Zählung erreichten steht.

Jede so erhaltene Ablesung liefert dann wieder wie früher eine Gleichung mit zwei Unbekannten e' und f', deren erste bei analoger Anordnung wie oben den Ort angiebt, wo die mittelste der benutzten Sekundenmarken in Bezug auf die Reihe der gezählten Schwebungen liegt, und daher kein weiteres Interesse bietet, deren zweite f' aber jetzt unmittelbar die Anzahl der auf eine Sekunde kommenden Schwebungen angiebt. Bedeutet nunmehr hier $n' + 1$ die Anzahl der abgelesenen Sekundenmarken (die erste mit Null bezeichnet), also auch die Anzahl der Gleichungen, so wird das Gewicht, mit dem f' hervorgeht, wieder gleich $n'(n' + 1)(n' + 2)/12$ und somit, wenn man, der Schätzungsgenauigkeit entsprechend, jede Gleichung mit einem wahrscheinlichen Fehler von 0,1 behaftet ansieht, der wahrscheinliche Fehler der Differenzbestimmung:

$$r_{f'} = \frac{0{,}1\sqrt{12}}{\sqrt{n'(n'+1)(n'+2)}}.$$

Es ergiebt sich daraus für:

$$n' = 15 \qquad r_{f'} = 0{,}006$$

und für:

$$n' = 30 \qquad r_{f'} = 0{,}002,$$

Werthe, von denen schon der erstere unterhalb der durch die Unsicherheit der Temperaturbestimmung bedingten Genauigkeitsgrenze liegt und die nach der Rechnung praktisch noch beträchtlich kleiner ausfallen, da sich der wahrscheinliche Fehler einer Schätzung im Durchschnitt kleiner ergiebt als oben angenommen wurde.

Die Zusammenstellung a. f. S. giebt eine Uebersicht der auf dem beschriebenen Wege mit der König'schen Stimmgabel (K) erhaltenen Werthe und zwar in der ersten Spalte das Datum der Beobachtung, in der zweiten die doppelte Schwingungszahl $2\,U$ der Unterbrechungsgabel mit ihrem aus der Rechnung folgenden wahrscheinlichen Fehler in Einheiten der dritten Dezimalstelle. Dann folgt die Anzahl $n+1$ der benutzten Radmarken, die Temperatur t der König'schen Gabel, die Differenz $K_t - 2\,U = f'$

	1 Datum	2 $2U$	3 $n+1$	4 t	5 $K_t - 2U$	6 $n'+1$	7 K_t	8 K_{15}	9	10
1	1889 Feb. 8	432,641 ± 12	22	17,5	+ 2,408 ± 1	25	435,058	435,176 ± 13	— 24	± 17
					406 ± 1	25	+ 118			
					419 ± 4	17				
					436 ± 1	28				
				Mittel:	+ 2,417 ± 4					
2	„ „ 8	432,658 ± 10	26	17,5	+ 2,443 ± 2	25	435,104	435,222 ± 10	+ 22	± 13
					440 ± 1	29	+ 118			
					445 ± 1	25				
					445 ± 2	22				
					448 ± 1	25				
				Mittel:	+ 2,446 ± 1					
3	„ „ 11	437,453 ± 10	23	15,2	— 2,243 ± 2	22	435,219	432,228 ± 10	+ 28	± 13
					232 ± 1	28	+ 9			
					227 ± 1	31				
				Mittel:	— 2,234 ± 3					
4	„ „ 11	433,923 ± 12	20	15,2	+ 1,231 ± 2	21	435,149	435,158 ± 12	— 42	± 16
					224 ± 1	31	+ 9			
					214 ± 1	25				
					237 ± 1	24				
				Mittel:	+ 1,226 ± 3					
5	Feb. 11 1889	433,962 ± 8	20	15,2	+ 1,237 ± 1	28	435,188	435,197 ± 9	— 3	± 12
					235 ± 1	23	+ 9			
					216 ± 1	24				
					218 ± 1	25				
				Mittel:	+ 1,226 ± 4					
6	„ „ 11	433,965 ± 11	22	15,2	+ 1,224 ± 1	25	435,161	435,170 ± 15	— 30	± 17
					210 ± 1	25	+ 9			
					181 ± 1	21				
					202 ± 2	20				
					148 ± 2	21				
				Mittel:	+ 1,196 ± 10					
7	„ „ 13	433,393 ± 13	25	20,1	+ 1,604 ± 2	12	434,963	435,203 ± 14	+ 3	± 19
					546 ± 1	22	+ 240			
					569 ± 1	21				
					610 ± 3	13				
					518 ± 2	18				
					584 ± 3	18				
					557 ± 2	19				
				Mittel:	+ 1,570 ± 8					
8	„ „ 13	433,383 ± 11	23	20,1	+ 1,594 ± 1	25	434,964	435,204 ± 11	+ 4	± 15
					580 ± 1	23	+ 240			
					580 ± 2	18				
					567 ± 1	23				
					586 ± 1	26				
				Mittel:	+ 1,581 ± 3					
9	„ „ 13	433,422 ± 8	25	20,1	+ 1,589 ± 1	26	434,969	435,206 ± 9	+ 6	± 12
					560 ± 1	27	+ 240			
					555 ± 2	18				
					536 ± 1	22				
					517 ± 1	23				
					509 ± 1	26				
				Mittel:	+ 1,544 ± 8					

mit ihrem w. F., wie er aus der Rechnung folgt, nebst dem Mittel und seinem aus den Abweichungen der Einzelwerthe von demselben gebildeten w. F. Die nächste Spalte enthält die zugehörigen Zahlen $n' + 1$. Hieran schliesst sich in Spalte 7 die aus der Summe der Werthe in 2 und 5 hervorgehende Schwingungszahl K_t, welche die König'sche Gabel bei der Versuchstemperatur besitzt; darunter ist die mit dem Koeffizienten — 0,047 berechnete Reduktion auf 15° angegeben. Endlich enthält Spalte 8 die eigentlichen Endresultate mit ihrem nach Maassgabe der Spalten 2 und und 5 berechneten w. F. Die Bedeutung der unter 9 und 10 hinzugefügten Werthe soll später erklärt werden.

Zu diesen Zahlen ist Folgendes zu bemerken: Betrachtet man zunächst die Werthe in Spalte 5, so bemerkt man, dass die beigefügten rechnungsmässigen w. F. der Einzelwerthe erheblich, im Durchschnitte fast um die Hälfte kleiner sind, als sie nach der oben gegebenen Deduktion nach mit Rücksicht auf die Werthe $n' + 1$ in Spalte 6 ausfallen sollten. Dies erklärt sich einfach daraus, dass der dort mit 0,1 angenommene Schätzungsfehler diese Grösse praktisch nicht erreicht; die speziellen Rechnungen geben als Durchschnittswerth für den mittleren Fehler einer Gleichung etwa 0,08, also für den wahrscheinlichen Fehler einer Schätzung nur 0,05. Mit dieser erhöhten Genauigkeit stehen nun allerdings die viel grösseren Abweichungen der Einzelwerthe von den Gruppenmitteln in ziemlich schlechtem Verhältniss. Es liegt nunmehr nahe, diese Differenzen als Folge der Schwankungen in der Schwingungszahl der Unterbrechungsgabel anzusehen, wodurch dem Anschein nach die früher gemachte Voraussetzung eines angenähert linearen Verlaufes derselben stark erschüttert erscheint. Indess würde diese einfachste Erklärung der Differenzen dem eigentlichen Sachverhalte nur sehr unvollkommen entsprechen. Ein grosser Antheil an denselben lässt sich allerdings auf jene Quelle zurückführen, insofern nämlich in mehreren Gruppen ganz entschieden ausgesprochene Gänge hervortreten, und dieser Theil steht mit der Annahme einer nahezu gleichförmig beschleunigten Oszillationsgeschwindigkeit der Unterbrechungsgabel nicht im Widerspruch. Ein anderer Theil der Abweichungen rührt aber jedenfalls noch von anderen Ursachen her, unter denen das subjektive Moment keine ganz untergeordnete Rolle spielen dürfte. Erfahrungsmässig zeigen auch die einzelnen Wiederholungen auf gleichem Wege angestellter Vergleichungen zweier nicht elektrisch erregter Stimmgabeln, bei denen also von einer Ungleichförmigkeit der Bewegung überhaupt nicht die Rede sein kann, trotz guter innerer Uebereinstimmung in jeder einzelnen Beobachtungsreihe, mitunter relative Differenzen bis zu 0,02 Einheiten, unter ungünstigen Umständen, wie sie hier der Natur der Sache nach sicher vorliegen, auch noch etwas mehr; Abweichungen, für deren Erklärung ein anderer Grund als Verschiedenheiten der persönlichen Auffassung der Schwebungen nicht auffindbar ist. Von dieser Grössenordnung sind aber auch nur etwa die nach Berücksichtigung eines gesetzmässigen Ansteigens oder Fallens der Werthe innerhalb einer Gruppe noch übrig bleibenden Reste mit wenig einzelnen, ihrem Betrage nach auch noch kaum auffälligen Ausnahmen in der 6. und 7. Beobachtung. Der unregelmässige Theil der in Rede stehenden Differenzen trägt also durchaus den Charakter zufälliger Fehler, und unter diesem Gesichtspunkte erscheinen demnach die Gruppenmittel vollkommen mit der theoretisch zu fordernden Zulässigkeit gebildet, die denselben beigesetzten, aus den Abweichungen von den Einzelwerthen ohne Rücksicht auf den gesetzmässig verlaufenden Antheil berechneten wahrscheinlichen Fehler aber beträchtlich zu gross. Bei der Ableitung der w. F. der Schluss-

resultate in Spalte 8 aus denen in den Spalten 2 und 5 sind die letzteren nur mit ihrem schätzungsweise richtigen Werthe berücksichtigt worden.

Eine analoge Erscheinung, wie sie oben besprochen wurde, tritt, wenn auch nicht in gleich auffälligem Grade, bei näherer Betrachtung der Zahlen in Spalte 2 hervor. Auch hier sind die beigefügten w. F. kleiner, als sie nach Maassgabe der Zahlen $n + 1$ in Spalte 3 zu erwarten gewesen wären (vergl. S. 175). Der Grund ist derselbe wie oben; die Rechnungen ergeben für den mittleren Fehler einer Gleichung im Durchschnitt 0,0098, also für den wahrsch. F. einer Ablesung mit Hilfe der Skale nur 0,0065, während dafür oben 0,01 Sek. angenommen war. Diese grössere Genauigkeit dürfte indess nur eine scheinbare sein und wenigstens zum Theil einer gewissen, nicht ganz zu vermeidenden Voreingenommenheit beim Ablesen zuzuschreiben sein, welche durch den Umstand herbeigeführt wird, dass die abgelesenen Zahlen ein nahezu gleichförmiges Fortschreiten zeigen. In der That fallen auch wieder die w. F. der einzelnen Schlusswerthe in Spalte 8, wie sie aus den unter 9 aufgeführten Abweichungen vom wahrscheinlichsten Werthe hervorgehen und unter 10 eingetragen sind, etwas grösser aus, ein Umstand, der zwar zum Theil durch den Einfluss der Spalte 5 herbeigeführt sein kann, sonst aber keine andere Erklärung als die hier angegebene zulässt.

Das einfache Mittel aus den Werthen der Spalte 8 beträgt 435,196, kann aber nicht wohl als der wahrscheinlichste Werth angesehen werden, da jeder der Einzelwerthe aus einer anderen Zahl von Beobachtungen von verschiedener innerer Uebereinstimmung hervorgegangen ist. Ein Maass für das relative Vertrauen, das jedem derselben zu schenken ist, wird aber zweifellos in den beigefügten w. F. zu erblicken sein; es erscheint daher angemessen, den Einzelwerthen Verhältnissgewichte beizulegen, die den zugehörigen w. F. entsprechen. Unter diesem Gesichtspunkte erhält man das Endresultat

$$K_{15} = 435{,}200 \pm 5,$$

dessen w. F. aus den Abweichungen der Einzelwerthe gebildet ist. Leitet man auch die den letzteren hiernach zukommenden w. F. ab, so findet man die in Spalte 10 aufgeführten Zahlen, welche zu den in 8 enthaltenen im Verhältniss 1,34 zu 1 stehen, also nur unbedeutend grösser sind. Endlich aber steht das Mittel aller Werthe der Spalte 10 mit 0,015 zu dem der Zahlen $n + 1$ in der 3ten Spalte fast vollkommen in der auf S. 175 entwickelten Beziehung, worin eine gute Bestätigung der Richtigkeit des der Auswerthung der Beobachtungen zu Grunde gelegten Verfahrens zu erblicken ist.

Für 20° wird obige Schwingungszahl durch Reduktion mit dem Temperaturkoeffizienten 0,047 auf 434,965 herabgesetzt und befindet sich demnach mit der König'schen Angabe in genügender Uebereinstimmung.

Die bei den besprochenen Beobachtungen und deren rechnerischen Auswerthung gemachten Erfahrungen liessen es nun noch als zweckmässig erscheinen, für spätere Wiederholungen an der Registrirvorrichtung des phonischen Rades eine kleine Aenderung vorzunehmen, welche den bei dem bisherigen Verfahren ziemlich deutlich hervortretenden Mangel an Homogenität zu beseitigen oder wenigstens doch mehr einzuschränken bestimmt war. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Genauigkeit einer über die zulässige Zeitdauer erstreckten absoluten Zählung theoretisch diejenige einer einzelnen Differenzbestimmung lange nicht erreicht. Dieses Missverhältniss wird nun zwar praktisch durch äussere Umstände in etwas

ausgeglichen, bleibt aber doch in recht erheblichem Grade bestehen. Ausserdem aber wird dasselbe durch die, bisher eigentlich nur zur Kontrole der etwaigen Veränderlichkeit der Unterbrechungsgabel erforderliche, häufige Wiederholung der Differenzbestimmung aufs Neue vergrössert.

Diesen in der Natur der Sache begründeten Missstand gänzlich zu beseitigen, ist freilich nicht möglich, er lässt sich aber mildern, wenn es gelingt, die Genauigkeit der absoluten Zählung zu vergrössern, ohne die erforderliche Zeitdauer zu erhöhen, oder vielmehr letztere herabzusetzen, ohne gleichzeitig an ersterer zu verlieren. Am Vortheilhaftesten würde sich dieser Zweck jedenfalls durch Vergrösserung der Genauigkeit erreichen lassen, mit welchem die Zeichen auf dem Papierstreifen abgelesen werden können; da die Anwendung dieses Mittels aber auf erhebliche praktische Schwierigkeiten stösst, namentlich zu hohe Anforderungen an vollkommen regelmässigen Gang des Chronographen stellen würde, so wurde es vorgezogen, einen anderen Weg zu beschreiten.

Die den Kontakt herstellende Scheibe am phonischen Rade wurde jetzt mit vier gleich weit von einander abstehenden Einschnitten statt des früheren einen versehen und so die Anzahl der in der gleichen Zeit auf dem Papierstreifen erzeugten Radmarken vervierfacht. Allerdings wird dadurch nicht etwa die zur Erzielung einer vorgeschriebenen Genauigkeit erforderliche Zeit auf den vierten Theil der früheren eingeschränkt, denn es müssen jetzt, da der Abstand zweier benachbarten Marken nicht mehr nahe 8, sondern nur 2 Sekunden beträgt, für dieselbe Genauigkeit mehr Marken benutzt werden. Der auf S. 175 gegebene Ausdruck für den w. F. einer einzelnen Bestimmung der doppelten Schwingungszahl der Unterbrechungsgabel geht jetzt, wie ohne Weiteres einleuchtend, über in:

$$r_{2U} = \frac{435\, r \sqrt{12}}{2 \sqrt{n(n+1)(n+2)}}$$

und würde also für die gleiche Anzahl n benutzter Marken viermal so gross werden als früher. Setzt man aber wieder r_{2U} der Reihe nach gleich 0,01, 0,02 u. s. f. so erhält man unter der früheren Annahme $r = 0{,}01$:

für r_{2U} =	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	
n =	82	52	39	32	27	24	
und die Beobachtungszeiten =	164	104	78	64	54	48	Sekunden

und ersieht daraus, dass die jetzt zur Erreichung eines gleichen Genauigkeitsgrades aufzuwendende Zeitdauer im Durchschnitt ungefähr $^3/_4$ der früher erforderlichen beträgt. Es lässt sich aber noch etwas mehr erreichen. Da nämlich jetzt der Abstand d zweier benachbarten Radmarken nahezu die Länge zweier Sekundenintervalle besitzt und daher von der hierfür eingerichteten Glasskale überspannt werden kann, so lässt sich das Ablesen des Streifens wieder in analoger Weise umkehren, wie es S. 176 für die Auswerthung der Registrirungen der Schwebungen beschrieben wurde, und durch die daraus hervorgehende nochmalige Verdoppelung der Ablesungen der w. F. des Resultates noch weiterhin etwas verkleinern.

Wenn man dies jedoch thut, so muss bei der Aufstellung der Gleichungen dem Umstande Rechnung getragen werden, dass der Abstand der Sekundenpunkte auf dem Papierstreifen in Folge etwas seitlicher Lage des Kontaktes am Pendel im Allgemeinen abwechselnd etwas zu gross und etwas zu klein ist. Bei den früheren Ablesungen war dies ganz ohne Belang; man brauchte sich dort entweder

nur der geradzahligen oder nur der ungeradzahligen Sekundenpunkte zu bedienen, wozu die, ein Doppelsekundenintervall in 20 Theile zerlegende Hilfsskale das Mittel bietet. Da aber jetzt sämmtliche Punkte benutzt werden sollen, so wird in die Gleichungen der konstante Unterschied zweier benachbarten Sekundenintervalle eingeführt werden müssen. Am Bequemsten geschieht dies, wenn man die Gleichungen in der Form ansetzt:

$$\begin{aligned}
l_0 &= e \qquad\qquad - n/_2\, x \\
l_1 &= \qquad g - (n/_2 - 1)\, x \\
l_2 &= e \qquad\qquad - (n/_2 - 2)\, x \\
&\vdots \\
l_{n-1} &= (e \text{ oder})\, g + (n/_2 - 1)\, x \\
l_n &= g\, (\text{oder } e) + n/_2\, x
\end{aligned} \quad \left.\begin{matrix} \\ \end{matrix}\right\} \text{je nachdem } n \text{ gerade oder ungerade ist.}$$

wobei die Grössen $l_0 \ldots\ldots l_n$ wie früher die $n+1$ auf einanderfolgenden abgelesenen Zahlenwerthe 1, e und g die Lagen der Schwerpunkte aller benutzten Sekundenmarken der einen bezw. der anderen Art gegen die fortlaufend beziffert zu denkenden Radmarken angeben und endlich x den Werth eines mittleren Sekundenintervalles (halben Doppelsekundenintervalles) in Theilen des Abstandes d je zweier benachbarten Radmarken darstellt.

Nimmt man dann n gerade, so werden die Normalgleichungen wieder unabhängig, da die Koeffizienten $[a\,b]$, $[a\,c]$, $[b\,c]$ den Werth Null erhalten, daher geben $[a\,a]$, $[b\,b]$, $[c\,c]$ wie früher sogleich die Gewichte an, mit denen die drei Unbekannten e, g und x hervorgehen. Durch die Striche der Hilfsskale wird der Abstand d unmittelbar in 20 Theile zerlegt und, da dann noch Zehntel eines solchen geschätzt werden, so wird man den w. F. einer der Bedingungsgleichungen zu $^1/_{20}\, d$ veranschlagen können, und erhält damit, da $[c\,c]$ wieder den früheren Werth $n(n+1)(n+2)/12$ annimmt, den w. F. von x:

$$r_x = \frac{d}{200} \frac{\sqrt{12}}{\sqrt{n(n+1)(n+2)}}.$$

Nun ist aber d unmittelbar die, einer Anzahl von 440 Schwingungen der Unterbrechungsgabel oder 880 Schwingungen der den zweiten Oberton derselben gebenden Hilfsgabel entsprechende Strecke des Papierstreifens, also x die auf die Sekunde entfallende Anzahl von Schwingungen der letzteren Gabel, demnach kann man schreiben:

$$r_{2U} = \frac{880}{200} \frac{\sqrt{12}}{\sqrt{n(n+1)(n+2)}} = \frac{4{,}4\sqrt{12}}{\sqrt{n(n+1)(n+2)}}$$

und erhält daraus für:

$$\begin{array}{lcccccc}
r_{2U} & = & 0{,}01 & 0{,}02 & 0{,}03 & 0{,}04 & 0{,}05 \\
n & = & 131 & 82 & 62 & 52 & 44 \text{ Sek.},
\end{array}$$

also ein weiteres Herabgehen der für einen gegebenen Genauigkeitsgrad erforderlichen Zeitdauer auf $^5/_6$ des vorigen bezw. $^5/_8$ des zuerst erforderlichen Betrages.

Der Gewinn ist zwar in beiden Fällen kein sehr grosser, gestattet aber doch bereits die Beobachtungsweise wesentlich besser zu gestalten. Begnügt man sich nämlich mit einer Genauigkeit von etwa 0,04 Einheiten für die einzelne Bestimmung, so wird dazu nur noch die Dauer von ungefähr einer Minute, bezw. 50 Sekunden erforderlich, während deren die Aenderungen der Schwingungszahl

der Unterbrechungsgabel nach Ausweis der Beobachtungen einen linearen Verlauf mit so geringfügigen Abweichungen inne halten, dass eine Kontrole durch Wiederholungen der Differenzbestimmung entbehrlich erscheint. Man reicht deshalb mit einer einzigen Bestimmung aus, wenn man dieselbe nur möglichst lang ausdehnt und die Vorsicht braucht, die Mitten beider Operationen wenigstens nahe zusammenfallen zu lassen.

Es ist einleuchtend, dass auf diese Weise das Werthverhältniss beider Operationen zu einander wesentlich verbessert wird, doch ist man damit auch an die Grenze des mit den vorhandenen Mitteln auf diesem Wege Erreichbaren angelangt. Eine weitere Vermehrung der Radmarken verbietet sich aus dem Grunde, dass durch die, dann nicht mehr zu vermeidende Koinzidenz einzelner Radmarken mit den Sekundenmarken schwerwiegende Unzuträglichkeiten für die Ablesung des Streifens hervorgerufen werden würden.

Die nachfolgende Zusammenstellung giebt wieder eine Uebersicht der nach dem abgeänderten Verfahren erhaltenen Resultate für die Normalgabel *K*; die einzelnen Spalten enthalten mit den selbstverständlichen Modifikationen dieselben Werthe wie die frühere Tafel auf S. 177.

In dieser Tafel beziehen sich die Zahlen in den Spalten 2 u. 3 noch auf die alte Art der Streifenablesung, da der Nutzen der anderen erst später erkannt wurde. Bemerkt mag noch werden, dass eine weit grössere Anzahl von Einzelbestimmungen ausgeführt worden ist, als die oben mitgetheilten Zahlen zur Anschauung bringen; der grössere Theil misslang aber durch äussere Umstände. Auch die angeführten lassen hinsichtlich der inneren Uebereinstimmung viel zu wünschen übrig, von einer weiteren Vervollständigung konnte aber um so eher zunächst Abstand genommen werden, als die etwa gleichzeitig angestellten Bestimmungen mittels der graphischen Methode das frühere Resultat vollkommen bestätigten. Auch der aus den vorliegenden fünf Einzelbestimmungen unter dem auf Seite 179 entwickelten Gesichtspunkte folgende wahrscheinlichste Werth ist damit unter Rücksichtnahme auf seinen w. F. gut vereinbar. Die mangelhafte Uebereinstimmung dürfte grösstentheils der nicht hinreichenden Ausdehnung der absoluten Zählung beizumessen sein. Die den Werthen

	1 Datum	2 $2U$	3 $n+1$	4 t	5 $K_t - 2U$	6 $n'+1$	7 K_t	8 K_{15}	9	10
1	1889 Okt. 15	436,484 ± 51	19	19,3	− 1,468 ± 1	26	435,016 + 202	435,218 ± 61	+ 40	± 91
2	„ „ 16	397 ± 45	18	19,8	− 1,477 ± 1	24	434,920 + 226	5,146 ± 45	− 32	± 67
3	„ „ 16	301 ± 39	23	„	− 1,470 ± 3	30	434,831 + 226	5,021 ± 39	−121	± 59
4	„ „ 16	436 ± 55	23	„	− 1,470 ± 1	29	434,945 + 226	5,171 ± 55	− 7	± 82
5	„ „ 16	536 ± 35	23	„	− 1,466 ± 1	26	434,060 + 226	5,286 ± 35	+108	± 52
					Mittel			435,176 .		
					Wahrscheinlichster Werth			435,176 ± 30		

der Spalte 2 hinzugefügten w. F. sind zwar wieder durchweg kleiner, als sie nach der Vorausberechnung auf S. 181 den Zahlen n entsprechend zu erwarten gewesen wären, hier greifen aber auch die auf S. 179 dargelegten Erwägungen wieder Platz. Hält man dagegen die aus den Abweichungen in Spalte 9 hergeleiteten,

unter 10 aufgeführten w. F. jedes der fünf Einzelwerthe — welche durch die Zahlen in Spalte 5 kaum beeinflusst sind, da letztere untereinander in recht guter Uebereinstimmung stehen und deshalb ihrerseits zu den starken Differenzen in Spalte 9 nur unwesentlich beitragen — mit den Werthen $n+1$ in Spalte 3 zusammen, so ergeben sich wieder der Beziehung auf S. 180 sehr nahe entsprechende Verhältnisse.

Hiernach liegt das Resultat dieser fünf Einzelbestimmungen vollkommen innerhalb der den äusseren Bedingungen nach überhaupt zu erwartenden Genauigkeitsgrenze und besitzt demnach auch die ihm nach Maassgabe seines w. F. zukommende Zuverlässigkeit. (Schluss folgt.)

Referate.

Eine neue Stromwaage.

Von J. Blyth. *The Electrician.* ***23.*** *S. 549. Oktober 1889.*

Die Hauptschwierigkeit, der man bei der Konstruktion von Stromwaagen (Elektrodynamometer) begegnet, ist die Zuführung des Stromes zu den beweglichen Theilen des Instruments. In einigen Stromwaagen geschieht dies unter Anwendung von Quecksilbernäpfen, in anderen durch sehr feine Spiralen oder Bänder, bei den neuesten Stromwaagen von Sir W. Thomson mittels einer eigenthümlichen Verbindung aus vielen, sehr dünnen, parallelen Kupferdrähten. Die von Blyth beschriebene Waage ist die gewöhnliche Roberval'sche, bei der jedoch sämmtliche Zapfenverbindungen durch prall gespannte Torsionsdrähte ersetzt sind. Im Uebrigen bietet die Form der Waage nichts Neues. Jedes Ende des Waagebalkens trägt eine Spule; die Anordnung ist derartig getroffen, dass an dem einen Ende die feste Spule unter der korrespondirenden beweglichen liegt, an dem anderen Ende darüber. Die durch den Strom veranlasste Abweichung von der Gleichgewichtslage wird durch aufgelegte Gewichte kompensirt. — Eine andere von Blyth beschriebene Form des Instruments unterscheidet sich von der ersten dadurch, dass sämmtliche Spulenaxen horizontal liegen und die Abweichung von der Ruhelage (wie im Torsionsgalvanometer von Siemens & Halske) durch die Torsion einer Feder kompensirt wird.

B.

Zur objektiven Darstellung der Schallintensität.

Von A. Raps. *Wied. Ann.* ***36.*** *S. 273. (1889.)*

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, den Luftdruck in dem Knoten von Pfeifen in allen Phasen der Bewegung zu messen. Die Arbeit verdient durch die Eleganz der Untersuchungsmethode wie durch die grosse Geschicklichkeit, mit welcher die bedeutenden experimentellen Schwierigkeiten überwunden worden sind, ein erhöhtes Interesse. Die benutzte Methode wird man am leichtesten erläutern, wenn man von dem bei schnellen oszillatorischen Bewegungen so häufig angewandten stroboskopischen Prinzip ausgeht. Da das Auge den einzelnen Phasen einer Schwingung wegen der grossen Schnelligkeit der Bewegung nicht folgen kann, zieht man bei der stroboskopischen Beobachtung eine Reihe von Schwingungen in Betracht und bietet dem Auge nur eine Phase in jeder Periode. Ist die Anordnung so getroffen, dass die aus zwei auf einander folgenden Perioden gewählten Phasen immer denselben geringen Abstand haben, so erhält man genau den Eindruck der verlangsamten periodischen Bewegung. Aehnlich liegen die Verhältnisse bei der Messung des Luftdrucks im Knoten einer Pfeife. Setzt man einfach ein Manometer mit dem Knoten in Verbindung, so wird ersteres den schnellen Druckveränderungen nicht folgen können. Anders ist es, wenn man zwischen Manometer und Knoten ein Ventil anbringt, welches während jeder Schwingung nur einmal für einen Augenblick geöffnet wird. Findet diese Oeffnung immer bei derselben Phase statt, so wird das Manometer allmälig konstant werden und den Luftdruck im Knoten bei dieser Phase angeben. In diesem Falle wird die Kraft, welche

das Ventil öffnet und schliesst, genau soviel Schwingungen machen müssen wie der Ton der Pfeife. Nehmen wir nun an, die oszillatorische Bewegung des Ventils habe nicht genau, sondern nur sehr nahezu dieselbe Schwingungszahl wie der Pfeifenton, so wird die Phase, bei welcher das Ventil geöffnet wird, sich allmälig ändern. Alsdann wird, wenn sich während einer Oeffnung des Ventils Gleichgewicht hergestellt hat, bei jeder neuen Oeffnung zwischen Manometer und Knoten ein Druckunterschied bestehen; aber derselbe wird so klein gemacht werden können, dass die kurze Zeit, während welcher das Ventil offen steht, genügt, um einen vollständigen Druckausgleich herzustellen. In diesem Falle wird das Manometer nie feststehen; es wird sehr verlangsamt und in der richtigen Folge alle Druckzustände zeigen, welche im Pfeifenknoten herrschen. Hier haben wir also dieselben Verhältnisse wie bei der stroboskopischen Methode.

Herr Raps wandte bei seinen Versuchen zwei Arten von Ventilen an, von denen er das eine als elektromagnetisches, dass andere als Stimmgabelventil bezeichnet. Das erstere besteht aus einem Gehäuse, welches auf der einen Seite an den Knoten der Pfeife angeschraubt werden kann, während auf der anderen Seite die Pole eines Elektromagneten in dasselbe hineinragen. Zwischen diesen Polen führt ein Luftkanal zu dem Manometer. Ein Kegelventil theilt das Gehäuse in zwei Theile; es wird, wenn kein Strom durch den Elektromagneten geht, durch eine Spiralfeder geschlossen gehalten. Die breitere Seite des Ventilkegels, welche den Polen des Elektromagneten zugewandt ist, trägt den Anker. Eine elektromagnetisch erregte Stimmgabel, deren Tonhöhe sehr nahe mit derjenigen der Pfeife übereinstimmt, öffnet und schliesst einen zweiten Strom, der durch den Elektromagneten des Ventils geht. Bei Stromschluss wird der Anker angezogen und das Ventil geöffnet. Eine besondere Einrichtung erlaubt, die Amplitude der Ankerbewegung zu reguliren. Damit man das Arbeiten des Ventils beobachten kann, besteht ein Theil des Gehäuses aus einem Glaszylinder. Bei der Konstruktion ist hauptsächlich darauf gesehen, dass der Luftraum zwischen Pfeife und Manometer möglichst klein gemacht wird.

Das beschriebene Ventil entsprach noch nicht ganz den nothwendigen Anforderungen, weil der Stromschluss nicht genügend kurz im Verhältniss zu einer Schwingung der Pfeife gemacht und die Oeffnungsdauer des Ventils nicht bestimmt werden konnte. Die meisten Intensitätsbestimmungen wurden deshalb mit dem Stimmgabelventil ausgeführt. Dasselbe besteht aus zwei parallelen Schiebern, die mit einem schmalen (0,75 *mm* breiten) Spalt versehen sind. Der eine Schieber ist fest und in Verbindung mit dem Knoten der Pfeife, der andere sitzt an der einen Zinke einer elektromagnetisch erregten Stimmgabel und wird von ihr senkrecht zur Spaltrichtung über dem ersten Schieber hin und her geführt. Sein Spalt steht mit dem Manometer in Verbindung. Liegen beide Spalte übereinander, so kann also zwischen Manometer und Pfeifenknoten ein Druckausgleich stattfinden. Bei einer ersten Anordnung bestand die Verbindung zwischen dem festen Schieber und der Pfeife in einem Rohre. Da sich aber herausstellte, dass die Länge dieses Rohres, wahrscheinlich in Folge von Resonanz, auf die Angaben des Manometers einwirkte, wurde in der Folge eine Konstruktion gewählt, bei welcher der feste Schieber unmittelbar an der Wandung der Pfeife befestigt war.

Die Schieber bestanden aus glasharten Stahlplatten, die sorgfältig eben geschliffen und polirt waren. Damit sie sich mit möglichst geringer Reibung bewegten und doch einen luftdichten Abschluss bildeten, wurde eine geeignete Flüssigkeit (Petroleum) zwischen beide gebracht. Die Dichtigkeit des Ventils konnte geprüft werden, indem zwischen ihm und dem Knoten ein Abschluss hergestellt und die Luft im Manometer komprimirt wurde.

Um eine recht kurze Oeffnungsdauer zu erzielen, musste eine möglichst grosse Amplitude der Stimmgabel erstrebt werden. Mit einem von fünf Bunsen'schen Elementen gelieferten Strom und einem besonders starken Elektromagneten gelang es, eine Amplitude von 4 bis 5 *mm* zu erreichen. Das Ventil war geöffnet, wenn der Schieber durch die Gleichgewichtslage ging; mithin musste, da dies bei jeder Schwingung zweimal eintritt, der Ton der Stimmgabel nahe die Oktave des Pfeifentones sein.

Zum Anzeigen der Drucke wurde, da ein Wassermanometer wegen zu grosser Trägheit und Reibung, sowie wegen der Schwierigkeit des Ablesens unmittelbar nicht benutzt werden konnte, ein Membranmanometer von folgender Einrichtung gewählt. Ueber eine Messingtrommel, die mit der Manometerleitung des Ventils in Verbindung steht, ist eine Membran von Gummi oder Nickelinwellblech gespannt, in deren Mitte sich ein polirtes Stahlplättchen befindet. Auf dem letzteren liegt eine Stahlspitze auf, die an dem einen Arm eines sehr beweglichen, sorgfältig ausbalanzirten Hebels befestigt ist. Der andere Arm des Hebels trägt einen kleinen Spiegel, dessen Drehungswinkel durch Fernrohr und Skale abgelesen wird. Wegen der grossen Veränderlichkeit in der Spannung der Membran muss dies Manometer vor und nach jeder Beobachtungsreihe durch ein Wassermanometer ausgewerthet werden. Will man die Manometerkurven aufzeichnen lassen, so tritt an Stelle des Spiegels ein langer Arm von Holz (Riet), der eine Stahlspitze trägt. Diese gleitet an einer mit gleichmässiger Geschwindigkeit rotirenden Trommel vorüber, die mit berusstem, lichtempfindlichem Papier bespannt ist. Nachdem die Kurven von der Schreibvorrichtung in den Russ eingekratzt sind, wird das Papier dem Licht ausgesetzt, der Russ abgewaschen und das entstandene Bild fixirt.

Sehr grosse praktische Schwierigkeiten bot die Regulirung des Anblasestromes. Es ist leicht ersichtlich, dass bei der gewählten Untersuchungsmethode für die Erzielung richtiger Ergebnisse die Tonhöhe der Pfeife mindestens während einiger Manometerschwingungen vollständig dieselbe bleiben muss. Das ist aber nur zu erreichen, wenn der Anblasestrom äusserst konstant und namentlich von allen Stössen frei erhalten werden kann. Der Luftstrom wurde durch ein grosses Gebläse (*roots blower*) geliefert, welches einen genügenden, aber stark und rasch schwankenden Druck gab. Von dem Gebläse wurde die Luft zunächst zur Aufhebung der Stösse in ein 1 *cbm* grosses Gefäss und aus diesem durch enge Oeffnungen gepresst, dann wurde sie zur Ausgleichung allmälig stattfindender Druckschwankungen durch einen Hahn in ein Glockengasometer und von diesem durch einen zweiten Hahn zur Pfeife geleitet. So gelang es, geringere Anblasedrucke (etwa 100 *mm* Wasser) bis auf 0,3 *mm*, grössere (von etwa 300 *mm* Wasser) bis auf etwa 3 *mm* konstant zu halten.

Die Abstimmung der Pfeife geschah theils durch Regulirung der Druckstärke, wozu ein in eine Nebenleitung eingeschalteter Schraubenhahn diente, theils durch eine verstellbare Messingplatte, die neben dem Labialende der Pfeife angebracht war. Ausserdem konnte die Tonhöhe der Gabel durch auf die Zinken geschraubte Gewichte geändert werden.

Mit der beschriebenen Versuchsanordnung bestimmte Herr Raps zunächst die Druckmaxima und -minima im Knoten einer gedeckten Pfeife von 360 *mm* Länge und 45 · 65 *mm* Querschnitt bei neun verschiedenen Anblasedrucken. Die Dauer einer Manometerschwingung betrug 6 bis 14 Sekunden. Es zeigte sich, dass die Minimalwerthe nicht in demselben Verhältniss wie die Maximalwerthe mit dem Anblasedruck wachsen. Die Abhängigkeit des Maximaldruckes im Knoten vom Anblasedruck wird an einer Kurve erläutert. Die Gesammtverschiebung der Lufttheilchen in der Mundöffnung ergiebt sich durch Berechnung bei einem Anblasedruck von 44 bzw. 308 *mm* Wasser zu 4,578 bezw. 20,18 *mm*.

Genauer wurde weiter an einer Appun'schen Pfeife von 340 *mm* Länge und quadratischem Querschnitt von 60 *mm* Seitenlänge die Schwingungsform bei drei Anblasedrucken untersucht, indem die von der Schreibvorrichtung gezeichneten Kurven auf der Theilmaschine sorgfältig ausgemessen wurden. Die Ergebnisse sind folgende.

I. Anblasedruck 60 *mm* Wasser. Dauer einer Manometerschwingung 40 Sekunden. Es zeigte sich noch kein Einfluss des dritten Partialtones.

II. Anblasedruck 190 *mm* Wasser. Maximaldruckunterschied 258 *mm*. Dauer einer Manometerschwingung 5 Sekunden. Als Verhältniss der Amplituden des Grundtons und des dritten Partialtones ergab sich (nach der Fourier'schen Reihe berechnet) 47,10 zu 3,124, die Phasendifferenz zu $6^\circ\ 56'$.

III. Anblasedruck 400 *mm* Wasser. Maximaldruckunterschied 305 *mm*. Dauer einer Manometerschwingung 2 bis 3 Sekunden.

Hier zeigt sich der Einfluss des dritten Obertons schon deutlich in der Gestalt der Kurven. Die Berechnung ergab für das Verhältniss der Partialamplituden: 53,39 zu 13,88, für die Phasendifferenz $22^\circ\ 21'$. Ein Einfluss des fünften Obertones war nicht merklich.

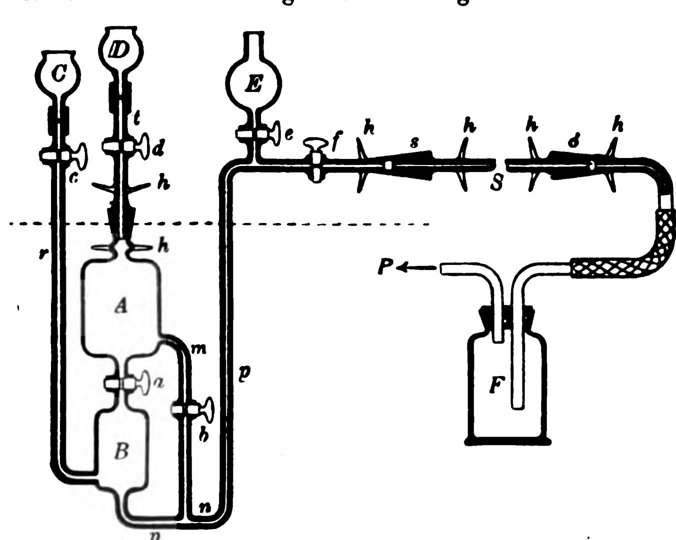
Auch für Beobachtungen über die Schallintensität in freier Luft erwies sich die Methode als hinreichend empfindlich. Eingehendere Versuche hierüber sind indessen nicht gemacht worden.

Schliesslich hat Herr Raps mit Hilfe zweier Schallventile, von denen das eine im Knoten, das andere im Bauche einer Pfeife angebracht war, den von Helmholtz theoretisch abgeleiteten Satz, dass die Phasen der Bewegung im Bauch und im Knoten um 0,25 Undulationszeit auseinanderliegen, experimentell bestätigt. *E. Br.*

Ueber ein neues Dilatometer.

Von Oskar Knöfler. *Wied. Ann. 1889.* ***38.*** *S. 136.*

Das an obiger Stelle beschriebene Dilatometer ist besonders für die grosse Anzahl von wichtigen Untersuchungen konstruirt, bei denen man die Volumenänderung bestimmen will, welche durch Einwirkung zweier Flüssigkeiten auf einander eintritt. Die Haupttheile des in nebenstehender Figur dargestellten Apparates sind die Gefässe A und B von 100 bezw. 50 *ccm* Inhalt und die Messkapillare S von 1 *m* Länge. A steht mit B einmal direkt und zweitens durch das Rohr mn in Verbindung. Letzteres mündet in das Rohr p, durch welches B mit dem einen Ende von S verbunden ist. An dem anderen Ende von S befindet sich die Drechsel'sche Flasche F, welche bei P mit einer kleinen Luftpumpe in Verbindung steht. Vor S zweigt sich von p nach oben noch ein Kapillarstück mit angeblasener Kugel E ab. In A und B münden ferner die Kapillarrohre t und r, welche oben die Kugeltrichter C und D tragen. Die Abschlüsse der einzelnen Theile werden hergestellt durch die Hähne $a\ b\ c\ d\ e\ f$, die aber nicht, wie es die Figur zeigt, in der Ebene des Apparates liegen, sondern senkrecht zu ihr stehen. Bei s und σ und zwischen t und A befinden sich Schliffe, welche zur Sicherheit mit Gummibändern zusammengehalten werden. Zum Anlegen der letzteren dienen die Glasansätze $h\ h$. Auch die Hähne werden durch Gummibänder eingedrückt. Der ganze Apparat bis zum Schliff s ist an einem Brett mit Ausschnitten für die Hähne und Gefässe befestigt. Hinter S befindet sich ein in Millimeter getheilter Maassstab.



Der Versuch wird in folgender Weise angestellt: Zunächst füllt man den ganzen Apparat mit Quecksilber; dies geschieht, indem man $a\ b\ d$ offen, $c\ e\ f$ geschlossen hält, dann durch t evakuirt und hierauf durch e aus E Quecksilber eintreten lässt. Durch Oeffnen von c und f füllt man danach noch S bis σ und r bis an die Kugel C. Hierauf führt man bei geschlossenem a die Versuchsflüssigkeiten durch t und r in A und B ein, indem man sie aus C und D nach einander mit Hilfe der an F angebrachten Luftpumpe einsaugen lässt. Die benutzten Flüssigkeitsmengen werden aus dem in F eingetretenen Quecksilber bestimmt. Nun wird der untere Theil des Apparates bis an den Schliff am Rohre t in ein Wasserbad gebracht, welches fortwährend gut durchgemischt wird. Ist eine kon-

stante Temperatur erzielt, so wird diese sehr genau bestimmt und die Stellung des Quecksilberfadens in *S* abgelesen; hierauf wird der Hahn *a* mit Hilfe eines aus dem Bade herausragenden Holzarmes geöffnet. Das aus *A* herabfliessende Quecksilber drängt alle Flüssigkeit aus *B* nach *A*. Durch Hin- und Herneigen des Apparates wird eine vollkommene Durchmischung beider Flüssigkeiten bewirkt. Nachdem die Temperatur wieder konstant geworden ist, wird von neuem das Thermometer und der Stand des Quecksilbers in *S* abgelesen. Es versteht sich von selbst, dass man vor dem Oeffnen von *a* das Ende des Quecksilberfadens (durch Ansaugen bei *E*) an eine passende Stelle von *S* zu bringen hat, also an das Ende, wenn man Kontraktion, an den Anfang, wenn man Dilatation erwartet.

Wie aus der veränderten Stellung des Quecksilberfadens in dem gut kalibrirten Rohre *J* die Volumenänderung berechnet wird, braucht nicht gezeigt zu werden. Zur Erzielung einer möglichst grossen Genauigkeit wird man vor allem grosse Sorgfalt darauf verwenden müssen, dass die Temperatur vor und nach dem Versuch genau dieselbe ist, da der Apparat selbst ein sehr empfindliches Thermometer und die zu beobachtende Volumenänderung meist eine sehr geringe ist. Eine Erwärmung um 0,1° bewirkte bereits eine Verschiebung von 2 *mm* in der Skale. Ferner muss der bei *t* befindliche Schliff vor den Versuchen gut eingedreht sein, so dass eine Veränderung seiner Stellung während der Versuche ausgeschlossen ist. Hat man es mit grossen Volumenänderungen zu thun, so dass man das benutzte Flüssigkeitsquantum sehr genau bestimmen muss, so hat man die Wände von *B* vorher mit der Flüssigkeit, die hineingebracht werden soll, zu benetzen. Sind alle Vorsichtsmaassregeln angewandt worden, so ist die Genauigkeit der Methode eine sehr bedeutende, jedenfalls eine viel grössere als die der Bestimmung des spezifischen Gewichts, die zudem nur da anwendbar ist, wo keine Fällungen stattfinden. Die Grösse der Genauigkeit lässt sich natürlich zahlenmässig nicht angeben, da sie sehr von der Grösse der Volumenänderung und der Weite der Messkapillare abhängt.

Die Untersuchungen, für die sich der Apparat besonders eignet, theilt der Verfasser in drei Gruppen:

1. Untersuchung der Erscheinungen, welche beim Mischen von Flüssigkeiten auftreten, die nicht chemisch aufeinander wirken.

2. Untersuchung der Volumenänderungen beim Mischen von Flüssigkeiten, die chemisch auf einander wirken, z. B. sich neutralisiren, Niederschläge ausscheiden u. s. w.

3. Erkennung (Nachweis), Bestimmung und Verfolgung des zeitlichen Verlaufes von physikalichen oder chemischen Prozessen, welche nach Vollendung der ersten Einwirkung beim Mischen von Flüssigkeiten auftreten (Bestimmung von Reaktionsgeschwindigkeiten und Affinitätsgrössen u. s. w.)

Nicht anwendbar ist die Methode, wenn beim Versuch die geringsten Mengen Gas entstehen, ferner wenn Flüssigkeiten benutzt werden müssen, welche das Quecksilber oder das Hahnfett angreifen, oder wenn bei Temperaturen gearbeitet werden muss, bei denen das Hahnfett nicht mehr dicht hält. Knöfler brauchte zum Schmieren ausser dem gewöhnlichen Hahnfett (Talg mit Wachs), bei höheren Temperaturen oder bei Anwendung von Aetzalkalien, ein Gemisch aus 2 Theilen Vaseline und einem Theile unvulkanisirten Kautschuk (bei etwa 150° zusammengeschmolzen), in einzelnen Fällen auch eine konzentrirte Lösung von Zucker in wasserhaltigem Glycerin.

Am Schluss der Abhandlnng beschreibt der Verfasser kurz eine grössere Anzahl von Versuchen, die nach den oben angegebenen drei Gruppen geordnet sind. Sie sollen als Belege für die Brauchbarkeit der Methode dienen und lassen ein Urtheil über die Genauigkeit in den verschiedenen Fällen gewinnen. In Bezug auf diese Versuche muss auf die Abhandlung selbst verwiesen werden.

E. Br.

Vereins- und Personennachrichten.

Bericht

über die Verhandlungen und Beschlüsse der vom deutschen Mechanikertage eingesetzten Kommission zur Vorberathung über die Lehrlings- und Gehilfen-Angelegenheiten.

Der im September vorigen Jahres in Heidelberg versammelte deutsche Mechanikertag beschloss in seiner Sitzung vom 17. September, eine gemischte Kommission aus Prinzipalen und Mechanikergehilfen einzusetzen, mit dem Auftrag:

> die auf der Tagesordnung der Heidelberger Versammlung stehenden Vorschläge zur Verbesserung der Verhältnisse im Lehrlingswesen der Feinmechanik, sowie die verschiedenen seitens der Gehilfen dort vorgebrachten Beschwerden und Wünsche einer Vorberathung zu unterziehen und auf Grund derselben dem nächsten nach Bremen berufenen Mechanikertag bestimmte Anträge in Bezug auf diese Punkte vorzulegen.

In die Kommission wurden in Heidelberg gewählt: aus der Reihe der Prinzipale die Herren Handke-Berlin, Hartmann-Frankfurt a. M., Dr. Krüss-Hamburg, Tesdorpf-Stuttgart, Petzold-Leipzig, Dr. Edelmann-München, Seibert-Wetzlar, und als Vertreter der Gehilfen die vier zum Mechanikertag erschienenen Abgeordneten verschiedener Gehilfenverbände, nämlich die Herren Taege-Berlin, Schlicke-Frankfurt a. M., Bremer-Hamburg, Hebsacker-Stuttgart, mit der Bestimmung, dass ausser diesen noch durch Wahl seitens der Gehilfenschaft der drei Städte: Leipzig, München, Wetzlar je ein weiterer Gehilfenvertreter in die Kommission zu entsenden sei.

Zum Vorsitzenden der Kommission wurde vom Mechanikertage Herr Prof. Dr. Abbe-Jena bestimmt.

Nachdem gegen Weihnachten vorigen Jahres die Wahlen in den genannten drei Städten stattgefunden hatten und aus diesen Wahlen die Herren Schaal-Leipzig, Goergen-München, Moll-Wetzlar als weitere Gehilfenvertreter hervorgegangen waren, ist diese Kommission am 28. Dezember vorigen Jahres in Jena zusammengetreten und hat in drei Sitzungen an diesem und dem folgenden Tag Berathung gepflogen.

Zu den Verhandlungen waren in Jena erschienen sämmtliche zuvor benannte Prinzipale und Gehilfenvertreter mit Ausnahme der Herren Dr. Edelmann-München und Seibert-Wetzlar, welche ihr Ausbleiben entschuldigt hatten.

Den Vorsitz führte Herr Dr. Abbe-Jena; als Schriftführer fungirten mit Genehmigung der Kommission die Herren Ingenieur Kanthack und Mechaniker Heinisch in Jena.

Nachdem die Abgeordneten der Gehilfenschaft der Städte Leipzig, München, Wetzlar als ordnungsmässig gewählt anerkannt und einige andere geschäftliche Angelegenheiten erledigt worden waren, stellte man als Programm für die Verhandlungen die nachfolgende Tagesordnung fest, welche neben einigen auf Antrag aus der Versammlung neu aufgenommenen Gegenständen alle diejenigen Punkte umfasst, die in den früheren Erörterungen über die Lehrlings- und Gehilfenfrage zur Sprache gebracht worden sind.

Tagesordnung.

I. Lehrlingswesen. 1. Einheitlicher Lehrvertrag. 2. Einheitliches Lehrzeugniss. 3. Anforderungen an die Vorbildung der Lehrlinge. 4. Beschränkungen in Bezug auf die Anzahl der Lehrlinge in jeder Werkstätte. 5. Maassregeln zur Durchführung der hinsichtlich dieser Punkte zu fassenden Beschlüsse. 6. Fachschulen, Lehrsäle und Lehrlings-Ausstellungen. 7. Schiedsgerichte in Lehrlingsangelegenheiten und lokale Aufsichts-Kommissionen.

II. Gehilfenwesen. 1. Maximal-Arbeitstag. 2. Ueberstunden und Sonntagsarbeit. 3. Minimallohn für neu eintretende Gehilfen. 4. Abstufung desselben für verschiedene Orte 5. Art der Lohnzahlung. 6. Beseitigung bezw. Einschränkung der Akkordarbeit. 7. Maassregeln zur Verhütung von Missbräuchen bei Akkordarbeit. 8. Arbeitsnachweis. 9. Werkstattsordnungen. 10. Einigungsämter.

Ueber sämmtliche Gegenstände dieser Tagesordnung hat eingehende Berathung stattgefunden. Bei den die Lehrlingsangelegenheit betreffenden Fragen bestand in der Kom-

mission grundsätzliche Uebereinstimmung in Betreff der anzustrebenden Ziele. Von allen Seiten wurde anerkannt, dass im Lehrlingswesen der Feinmechanik gegenwärtig vielfach Uebelstände und Missbräuche bestehen, welche den gesammten Berufszweig zu schädigen geeignet sind, und dass es im gemeinsamen Interesse der Prinzipale wie der Gehilfen dringend geboten sei, wirksame Maassnahmen namentlich zu Gunsten einer besseren Ausbildung der Lehrlinge und zum Schutz derselben gegen ungebührliche Ausnutzung herbeizuführen. Die Diskussion drehte sich daher wesentlich nur um die Frage der Nützlichkeit und Ausführbarkeit der verschiedenen zu diesem Zweck in Vorschlag gebrachten Maassregeln. Eine Verständigung über die zu fassenden Beschlüsse ergab sich leicht, nachdem die Ansicht durchgedrungen war, dass man sich zunächst auf solche Vorschläge beschränken solle, welche alsbald zur Durchführung zu bringen der Mechanikertag, bezw. der in Bremen zu begründende deutsche Mechanikerverband, in der Lage sein würde, dagegen Abstand zu nehmen habe von allen Anträgen, für deren wirksame Verfolgung selbst die nunmehr zu erwartende Organisation der deutschen Mechaniker einstweilen noch keine Gewähr bieten könnte.

Tiefer gehende Meinungsverschiedenheit innerhalb der Kommission kam beim zweiten Abschnitt der Tagesordnung zum Ausdruck und gab hier namentlich bei den Punkten 1, 3 und 6 Anlass zu längeren, lebhaften Debatten. Die Diskussion über genannte Gegenstände bewegte sich zunächst in starken Gegensätzen, indem die Mehrheit der Gehilfenvertreter mit grossem Nachdruck eintrat für die Forderungen, welche von einem Theil der Gehilfenschaft schon in Heidelberg vorgebracht worden waren, während die übrigen Mitglieder der Kommission entweder die Berechtigung dieser Forderungen oder doch ihre Zweckmässigkeit und Durchführbarkeit ebenso nachdrücklich bestritten. Alle aber waren einig in dem Bestreben, eine Verständigung über die Differenzpunkte herbeizuführen, um ein friedliches Zusammengehen in Förderung positiver Maassregeln zu sichern und Anträge zu ermöglichen, deren Annahme und Durchführung seitens des Mechanikertages erwartet werden dürfte. Selbst bei den schwierigeren und am meisten streitigen Fragen fand sich daher zuletzt der Boden für gemeinsame Beschlüsse, nachdem die Diskussion die Gründe des Für und Wider auf beiden Seiten klar gelegt und dabei kenntlich gemacht hatte, in welchen Punkten diesem oder jenem Theil ein Nachgeben möglich sein würde. Zugeständnisse, die bald von der einen, bald von der anderen Seite dem gegnerischen Standpunkt gemacht wurden, führten auch in diesen Fragen schliesslich zu Anträgen, mit welchen alle Mitglieder der Kommission sich einverstanden erklären konnten.

Im Laufe dieser gesammten Verhandlungen ist nun die Kommission zu den folgenden, sämmtlich einstimmig gefassten Beschlüssen gelangt, welche sich, gemäss dem Mandat der Kommission, darstellen als Anträge, die dem nächsten deutschen Mechanikertag zur Annahme und weiteren Veranlassung empfohlen werden.

Beschlüsse.

Zu I, Punkt 1. und 2. der Tagesordnung:

Nachdem in der vorausgehenden Generaldiskussion über den I. Theil der Tagesordnung die verschiedenen auf die Besserung der Lehrlingsverhältnisse abzielenden Vorschläge aus früheren Verhandlungen kursorisch erörtert worden waren, führte die Spezialdiskussion zunächst zu folgendem Beschluss:

> Es ist ein einheitlicher Lehrvertrag und im Anschluss hieran ein einheitliches Lehrzeugniss einzuführen.

Der erstere soll thunlichst bestimmt die Kenntnisse und Fertigkeiten bezeichnen, in welchen den Lehrling auszubilden der Lehrherr sich verpflichtet; auch soll darin eine genügende Probezeit vorgesehen sein. — Das Lehrzeugniss soll angeben, mit welchen Arten von Arbeiten der Lehrling vorzugsweise beschäftigt worden ist und welches Maass von verschiedenen Fertigkeiten derselbe erworben hat.

Die Ausarbeitung der Entwürfe für Lehrvertrag und Lehrzeugniss wurde einer Subkommission, bestehend aus den Herren: Handke-Berlin, Hartmann-Frankfurt a. M.



und Bremer-Hamburg übertragen. Diese soll ihre Anträge vor dem Termin des nächsten Mechanikertages der Kommission behufs weiterer Beschlussfassung vorlegen.

Zu I, Punkt 3: Eine über das Maass einer guten Volksschulbildung hinausgehende Vorbildung der Mechanikerlehrlinge zu fordern, wurde von der Kommission nicht für zweckmässig befunden. Im Hinblick auf die kürzere Dauer der Schulpflicht in Baiern soll jedoch ausgesprochen werden: Vor vollendetem 14. Lebensjahr sind junge Leute als Lehrlinge nicht anzunehmen.

Zu I, Punkt 4: Obwohl allseitig zugestanden wurde, dass das Vorhandensein einer übermässig grossen Zahl von Lehrlingen in manchen Werkstätten zu den Ursachen und zu den Merkmalen notorischer Missstände gehört, hat man es doch für unthunlich befunden, über die zulässige Anzahl der Lehrlinge in einer Werkstatt, sei es im Verhältniss zur Zahl der beschäftigten Gehilfen, sei es im Verhältniss zu den die Ausbildung überwachenden Personen, ziffermässige Festsetzung zu treffen. Die Ansicht der Kommission geht dahin, dass die Beseitigung des erwähnten Missbrauches nur indirekt, nämlich durch die Pression, welche anderweitige Maassregeln bei wirksamer Durchführung allmälig üben würden, herbeizuführen sei.

Zu I, Punkt 5: Um die Einführung eines einheitlichen Lehrvertrages und Lehrzeugnisses zu Gunsten der Verbesserung des Lehrlingswesens möglichst wirksam zu machen, empfiehlt die Kommission dem Mechanikertag, bezüglich dem zu begründenden deutschen Mechanikerverband: einerseits für die möglichst allgemeine Annahme und Anerkennung dieser Einrichtung im Kreise der Prinzipale einzutreten, andererseits aber auch gegenüber dem betheiligten Publikum dahin zu wirken, dass Lehrlinge künftig nur solchen Prinzipalen zugeführt werden, welche den Lehrvertrag anzunehmen bereit sind.

In Bezug auf den letztern Punkt werden als geeignete Maassregeln hingestellt: Kundmachungen durch die Presse zur Belehrung der Eltern und Vormünder über die Interessen ihrer Pflegebefohlenen, sowie Verständigung der Direktoren und Lehrerkollegien der zumeist in Betracht kommenden Schulen.

Im Uebrigen nimmt die Kommission an, dass die mehrseitig in's Auge gefasste Begründung einer ständigen Zentralstelle des Mechanikertages, sowie die durch einen nachfolgenden Beschluss ihrerseits beantragte Errichtung lokaler Kommissionen weitere Handhaben auch für die bessere Regelung des Lehrlingswesens darbieten werden.

Zu I, Punkt 6: Obwohl die Kommission anerkennen musste, dass durch Fachschulen, praktische Lehrkurse und Lehrlingsausstellungen die Ausbildung tüchtiger Mechaniker wesentlich unterstützt werden kann, hat sie von Anträgen in Bezug auf solche Maassnahmen Abstand genommen. Man war der Ansicht, dass der Mechanikertag zunächst doch nicht in der Lage sein würde, derartigen Anträgen praktische Folge zu geben, weil die in Rede stehenden Einrichtungen durchaus die Initiative seitens lokaler Organisationen zur Voraussetzung haben.

Zu I, Punkt 7: Dieser Gegenstand wurde im Zusammenhang mit mehreren nachfolgenden Punkten der Tagesordnung durch den zuletzt (s. u.) angeführten Beschluss erledigt.

Zu II, Punkt 1 und 2: In der Frage der Regelung der Arbeitszeit in den Werkstätten der Feinmechanik einigte sich die Kommission auf folgende Beschlüsse:

> Die regelmässige Arbeitszeit soll nicht mehr als 10 Stunden täglich (ausschliesslich aller Ruhepausen) betragen.
>
> Ueberstunden und Sonntagsarbeit sind nur ausnahmsweise, in dringenden Fällen, zulässig, und sind mit 25 Prozent Zuschlag zum regelmässigen Lohn, und zwar auch den Akkordarbeitern, zu vergüten.

Mit Rücksicht auf ersteren Beschluss ist ausdrücklich festzustellen: dass im Kreise der Kommission von keiner Seite grundsätzliche Bedenken oder sachliche Einwendungen erhoben wurden gegen die von der Majorität der Gehilfenvertreter verlangte weitere Beschränkung der Arbeitsdauer auf $9^1/_2$ Stunden, die in manchen Werkstätten schon eingeführt ist. Dem entsprechenden Antrag wurde nur deshalb nicht stattgegeben, weil man

für wichtiger und dringlicher ansehen musste, zunächst auf Abkürzung der noch vielfach bestehenden erheblich längeren (11 und 12 stündigen) Arbeitsdauer hinzuwirken, und weil man die Schwierigkeiten einer Einigung hierüber nicht noch weiter vergrössern wollte.

Hinsichtlich des zweiten Beschlusses ist zu bemerken, dass nach Ansicht der Kommission zwar die Bereitwilligkeit der Gehilfen zu Ueberstunden in Fällen dringender Veranlassung als Sache der Billigkeit gefordert werden darf, dass es indess nicht angemessen sein würde, diese Verpflichtung unter vertragsmässigen Zwang zu stellen, weil über die Dringlichkeit doch nur der Prinzipal einseitig zu befinden hat.

Zu II, Punkt 3: Nach eingehender Diskussion über die Forderung eines fixirten Minimallohnes, in welcher von der einen Seite die Vortheile einer solchen Einrichtung, von der anderen die daraus erwachsenden Schwierigkeiten und Nachtheile lebhaft erörtert wurden, und nachdem Versuche, durch vermittelnde Vorschläge eine Einigung herbeizuführen, als aussichtslos sich erwiesen hatten, hat die Kommission sich geeinigt auf den Beschluss:

> neu eintretenden Mechanikergehilfen ist überall ein Anfangslohn von mindestens 18 Mark pro Woche zu gewähren.

Man war hierbei durchaus der Ansicht, dass zwar Niemand einen bestimmten Lohn schon deshalb beanspruchen könne, weil er sich Mechanikergehilfe nennen darf, dass vielmehr ein gewisses Maass von Leistungsfähigkeit die selbstverständliche Voraussetzung für die Gewährung eines Minimallohnes sein müsse; dieses Maass in irgend einer Art feststellen zu wollen, wurde jedoch allseitig für unthunlich befunden. Nach Ansicht der Kommission findet jedoch der Prinzipal den nothwendigen Schutz gegen eine unbillige Belastung durch ungenügend ausgebildete oder aller Fertigkeit ermangelnde Gehilfen in seinem Recht, das Arbeitsverhältniss jederzeit in der vertragsmässigen Weise wieder aufheben zu können.

Zu II, Punkt 4: Die Kommission hat davon Abstand genommen, für die Erhöhung des Minimallohnes in grösseren Städten allgemeine Normen vorzuschlagen. Sie will die Vereinbarung über örtliche Zuschläge den durch einen nachfolgenden Beschluss (s. u.) beantragten lokalen Kommissionen aus Prinzipalen und Gehilfen überlassen wissen.

Zu II, Punkt 5: Aus Anlass vorgebrachter Beschwerden über hie und da gebräuchliche lange Lohnfristen wird beschlossen:

> der regelmässige Lohn ist entweder wöchentlich auszuzahlen, oder es sind wenigstens wöchentliche Abschlagszahlungen in angemessener Höhe zu gewähren.

Zu II, Punkt 6: Eine längere Diskussion über die schon in Heidelberg seitens mehrerer Gehilfenvertreter angeregte Frage der Akkordarbeit liess erkennen, dass Anträge auf Beseitigung oder Einschränkung dieser Arbeitsform weder in der Kommission noch beim Mechanikertag irgend eine Aussicht auf Billigung haben würden. Hiernach erklärten auch diejenigen Mitglieder, welche zuerst für einen solchen Antrag eingetreten waren, von weiterer Verfolgung desselben Abstand nehmen zu wollen.

Zu II, Punkt 7: Nachdem in der vorangegangenen Debatte über Punkt 6 die Möglichkeit sowie das Vorkommen von Missbräuchen bei Akkordarbeit allseitig zugegeben und das Verlangen nach thunlichstem Schutz gegen solche als durchaus berechtigt anerkannt worden war, verständigte man sich leicht über folgende Normen zur Regelung des Akkordwesens: 1. Die Akkordsätze sind so zu bemessen, dass nach ihnen ein Gehilfe von mittlerer Fertigkeit bei gebührendem Fleiss den ihm zustehenden Lohn sicher erreichen kann. 2. Der Wochenlohn ist bei Akkordarbeit als Minimalverdienst zu garantiren. 3. Die Akkordpreise und Akkordbedingungen sind vor Beginn der betreffenden Arbeit, und zwar schriftlich — durch Akkordzettel — zu vereinbaren. 4. Nachträgliche Kürzung eines vereinbarten Akkordpreises ist unzulässig.

Zu II, Punkt 8: Nach Erörterung der verschiedenen Gesichtspunkte, welche für die Regelung des Arbeitsnachweises in Betracht zu ziehen sind, gelangte die Kommission zu folgender Resolution:

> Der Arbeitsnachweis ist in der Hand der Gehilfen zu belassen, vorbehaltlich einer beaufsichtigenden Mitwirkung der Prinzipale.



Die seitens verschiedener Gehilfenverbände getroffenen oder noch zu treffenden Einrichtungen für Arbeitsnachweis sind von den Prinzipalen zu benutzen und thunlichst zu unterstützen, unter der Voraussetzung, dass bei diesen Einrichtungen Gewähr für eine völlig unparteiische Geschäftsführung geboten und hinsichtlich der letzteren eine regelmässige Kontrole durch geeignete Organe des Mechanikertages zugestanden wird.

Zu II, Punkt 9: Die allgemeine Einführung von Werkstattordnungen oder auch die Aufstellung einer einheitlichen Werkstattordnung zu empfehlen, hat die Kommission nicht für zweckmässig befunden.

Zu II, Punkt 10 (zugleich mit Bezug auf I, Punkt 7 und II, Punkt 4): Im Laufe der vorangehenden Verhandlungen war an mehreren Stellen ersichtlich geworden und auch in der Diskussion zum Ausdruck gekommen: dass eine erfolgreiche Durchführung der auf Besserung bestehender Verhältnisse abzielenden Maassnahmen nicht möglich sein würde, wenn nicht auf eine stetige Mitwirkung geeigneter ständiger Organe gerechnet werden könne. Die Kommission durfte nun annehmen, dass mit der in Heidelberg geplanten und inzwischen weiter vorbereiteten Begründung eines allgemeinen Verbandes der deutschen Mechaniker ein solches Organ von selbst gegeben sein würde — nämlich eine mit genügender Arbeitskraft ausgestattete Zentralstelle, von welcher man die Einleitung der Aktion in den verschiedenen Richtungen der Verbandsthätigkeit sowie Anregung und Unterstützung lokaler Arbeit zu erwarten habe.

Auch hinsichtlich derjenigen Angelegenheiten, auf welche das Mandat der Kommission sich erstreckt, musste in einigen Punkten — namentlich bei den Vorschlägen zur Lehrlingsfrage — auf die demnächstige Mitwirkung einer solchen Zentralstelle ausdrücklich gerechnet werden.

Ausserdem aber erfordern grade diese Angelegenheiten, deren Regelung vorwiegend auf örtliche Verhältnisse Rücksicht zu nehmen hat und zum Theil auch nur durch örtliche Thätigkeit erfolgen kann, nach Ansicht der Kommission unbedingt besondere Organe mit räumlich abgegrenztem Wirkungskreis, und zwar solche Organe, durch welche zugleich ein geordnetes Zusammenwirken von Arbeitgebern und Arbeitnehmern herbeigeführt wird.

Mit Rücksicht auf die verschiedenen, im Laufe der Verhandlungen zu Tage getretenen Bedürfnisse hat daher die Kommission zuletzt zu beantragen beschlossen: Für diejenigen Orte, an welchen eine grössere Zahl von Mechanikern sich befindet, und geeigneten Falles für ausgedehntere Bezirke, sind alsbald lokale Kommissionen, aus Prinzipalen und Gehilfen zusammengesetzt, zu bilden und diesen sind folgende Funktionen zu übertragen: 1. Ueberwachung der Einhaltung aller vom Mechanikertag aufgestellten allgemeinen Normen. 2. Beaufsichtigung des Lehrlingswesens in ihrem Bezirk, im Besonderen auch die Führung von Listen über die Anzahl der Lehrlinge (einschliesslich aller zum Zweck ihrer Ausbildung beschäftigten Personen) in den einzelnen Werkstätten. 3. Schlichtung von Streitigkeiten in Lehrlingssachen, sowie Schlichtung von Streitigkeiten zwischen Prinzipalen und Gehilfen. 4. Begutachtung von Werkstattordnungen. 5. Festsetzung von örtlichen Zuschlägen zum allgemeinen Minimallohn der Gehilfen. 6. Beaufsichtigung der Geschäftsführung des Gehilfennachweises in ihrem Bezirk.

Zum Schluss der Verhandlungen stellte der Vorsitzende fest, dass, dank dem von allen Betheiligten bekundeten Streben nach Einigung und dank der streng sachlichen Haltung aller Diskussionen, eine Verständigung über sämmtliche Punkte des Arbeitsprogrammes herbeigeführt sei, und dass die Kommission demnach in der erfreulichen Lage sich befinde, dem Mechanikertag durchaus einmüthige Anträge vorlegen zu können. Nachdem dieses Ergebniss erreicht worden sei durch freiwillige Zugeständnisse von beiden Seiten mit dem ausgesprochenen Zweck, die Einigung zu ermöglichen, seien nunmehr, seiner Ansicht nach, alle Mitglieder der Kommission gehalten, die vorliegenden Beschlüsse auch in denjenigen Punkten zu vertreten, in welchen sie persönlich andere Entschliessungen angestrebt oder gewünscht haben möchten. Es würden also einerseits die an den Berathungen betheiligt gewesenen

Prinzipale für die Annahme sämmtlicher Anträge seitens des Mechanikertages mit allem Nachdruck einzutreten haben, wie andererseits die Gehilfenvertreter in ihren Kreisen darauf hinzuwirken hätten, dass die angebahnte Einigung nicht durch Festhalten an weitergehenden Forderungen wieder in Frage gestellt werde. Diesen Aeusserungen wurde ein Widerspruch von keiner Seite entgegengesetzt.

Die Kommission schloss hierauf ihre Sitzungen, nachdem ein nochmaliges Zusammentreten in Bremen, unmittelbar vor der Versammlung des Mechanikertages, behufs Berathung über die Vorlagen der eingesetzten Subkommission, vereinbart worden war.

Jena, im März 1890.

Dr. E. Abbe. Vorsitzender. R. Kanthack. Heinisch, Mechaniker. Schriftführer.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 15. April 1890. Vorsitzender: Herr Haensch.

Zu einer Besprechung der vorstehend mitgetheilten Jenaer Beschlüsse der Lehrlings- und Gehilfenkommission des deutschen Mechanikertages hatten sich die Mitglieder der Gesellschaft und auf besondere Einladung Vertreter anderer Berliner Mechanikerwerkstätten zahlreich eingefunden.

Der Vorsitzende gedachte zunächst des Verlustes, welchen die Gesellschaft durch den Tod zweier Mitglieder, des Stadtraths a. D. Halske und des Optikers Oeltjen, erlitten hat; die Gesellschaft erhebt sich zu ehrendem Andenken der Verstorbenen von ihren Plätzen.

Herr Handke als Referent giebt sodann eine Uebersicht über die Verhandlungen der Lehrlings- und Gehilfenkommission in Jena. Er erinnert daran, dass der deutsche Mechanikertag in entgegenkommendster Weise auf Anregung der Gesellschaft die Regelung dieser Fragen gemeinsam mit den Gehilfen in die Hand genommen habe. Redner hebt die Jenaer Beschlüsse in ihren einzelnen Punkten kurz hervor; er führt aus, wie dieselben durch gegenseitiges Eingehen der betheiligten Meister und der Gehilfen auf die gegnerischen Anschauungen zu Stande gekommen seien und betont besonders, dass die Beschlüsse eine Rücksichtnahme auf die Durchschnittsverhältnisse der Präzisionstechnik in ganz Deutschland darstellen, dass aber der Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse genügender Spielraum belassen sei. Im Anschluss an diese Ausführungen stellt der Referent die folgenden Anträge:

I. Die zu Jena in den Sitzungen vom 28. und 29. Dezember 1889 erzielten Beschlüsse der zu Heidelberg aus selbständigen Mechanikern und Gehilfen gewählten Kommission werden im Allgemeinen als Grundlagen für weitere Behandlung der Lehrlings- und Gehilfen-Angelegenheiten angenommen. Es bleibt jedoch ausdrücklich vorbehalten die Erledigung:

1) der Frage, ob noch ein besonderer Verband von Mechanikern zu schaffen sei, oder ob die deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik die von ihr angeregte Sache weiter verfolgen soll,

2) der Frage, betreffend die Forderung auf Garantirung des vereinbarten Lohnes bei Akkord-Arbeiten, bezw. Fortzahlung des Lohnes auch bei nicht erreichtem Lohnsatz.

II. Zur wirksamen weiteren Behandlung der Lehrlings- und Gehilfenfrage auf Grundlage der Jenaer Kommissionsbeschlüsse, ausschliesslich der beiden unter I genannten noch weiter zu berathenden Punkte,

1) ist die Zustimmung von Werkstattinhabern oder deren Vertreter zu diesen Beschlüssen durch Unterschrift möglichst heute zu geben. Etwaige weitergehende Zugeständnisse an die Gehilfen, hinsichtlich Arbeitszeit und Löhnung sind dabei zu bemerken;



2. die Wahl einer Lokal-Kommission für Berlin, bestehend aus:
je 5 Werkstattsinhabern, oder deren Vertretern,
je 5 Gehilfen-Vertretern, sowie einem unparteiischen Obmann,
hat möglichst bald stattzufinden.

Herr Fuess schlägt vor, zu Punkt I der Anträge des Herrn Handke folgenden Zusatz zu machen:

3. auch bleibt die Erledigung der Frage vorbehalten, ob für jüngere Gehilfen, die noch zu ihrer eigenen Ausbildung arbeiten wollen, auf ihren Wunsch in den ersten beiden Jahren nach ihrer Lehrzeit eine Herabminderung des Minimallohnes als zulässig betrachtet werden soll.

Mit diesem Zusatze wird der Antrag I angenommen.

Zu Punkt II spricht sich Herr Stückrath für die Wahl einer Lokalkommission aus und beantragt, behufs Wahl von Gehilfenvertretern eine allgemeine Versammlung Berliner Mechanikergehilfen seitens der Gesellschaft einzuberufen.

Der Antrag II des Herrn Handke wird mit dieser Maassgabe gleichfalls angenommen. Zu Absatz 1 dieses Antrages wird eine bezügliche Zustimmungserklärung vorgelegt und findet die Unterschrift von 32 (zur Zeit über 50) Werkstattsinhabern. Die sofortige Wahl von fünf Werkstattsinhabern bezw. Vertretern wird ferner durch Zettelwahl vorgenommen; die meisten Stimmen erhielten und sind gewählt die Herren Handke, Raabe, Haensch, Bamberg und Faerber. (Herr Raabe ist inzwischen verhindert, sein Mandat auszuüben; an seine Stelle ist Herr Krüger getreten, welcher bei der Wahl nach den obigen fünf Herren die meisten Stimmen erhalten hatte.)

Auf Grund der vorstehenden Beschlüsse hat der Vorstand der Gesellschaft mittels Rundschreiben an sämmtliche Mechanikerwerkstätten eine allgemeine Versammlung der Mechanikergehilfen Berlins und Umgegend behufs Wahl von Gehilfenvertretern in die Lokalkommission einberufen. Dieselbe hat am 28. April stattgefunden. Nach einem einleitenden Referat des Herrn Handke über die Jenaer Beschlüsse vertraten die Herren Pinn, Schoenemann und Trittelwitz den Standpunkt der Mechanikergehilfen. Als Vertreter der Gehilfen wurden in die Lokalkommission gewählt die Herren Baecker, Schoenemann, Thomae, Trittelwitz und Zoller.

Die Lokalkommission hat sich bereits konstituirt und zu ihrem Obmann Herrn Direktor Dr. Loewenherz gewählt. Mögen die Verhandlungen der Kommission zu allseitig befriedigenden Ergebnissen führen und zur Förderung der Entwicklung der Präzisionstechnik dienen.

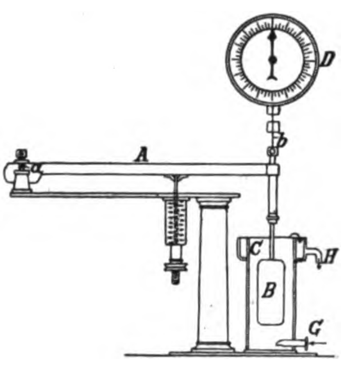
Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Instrument zur Herstellung perspektivischer Zeichnungen. Von J. Varley in London. Nr. 47998 vom 2. November 1888.

Das Instrument besteht aus zwei, durch ein Scharnier mit einander verbundenen, mit Eintheilungen versehenen Linealen *A* und *B*, die, vollständig geöffnet, einen rechten Winkel bilden. Dieselben sind je mit zwei Schiebern *V* ausgerüstet, welche beim Gebrauch des Instrumentes die für die Verzeichnung der nach dem Fluchtpunkt gerichteten Linien erforderlichen gleich grossen Verschiebungen des letzteren auf dem Horizont zu machen gestatten. Das Instrument will in erster Linie solchen Arbeiten dienen, welche im freien Felde ausgeführt werden sollen, wobei das Mitnehmen langer Schienen u. dgl. unbequem ist, soll dann auch solche Arbeiten erleichtern, bei denen der Fluchtpunkt ausserhalb der Zeichnungsfläche liegt. Wie mit Hilfe dieses Instrumentes sich verschiedene Aufgaben der Perspektive lösen lassen, ist in der Patentschrift an einigen Beispielen gezeigt.

Apparat zur ununterbrochenen Bestimmung des spezifischen Gewichtes von Flüssigkeiten. Von J. V. von Divis in Prelouc, Böhmen. Nr. 49700 vom 11. Mai 1889.



Die auf ihr spezifisches Gewicht zu prüfende Flüssigkeit strömt bei *G* in das Gefäss *C* ein, um bei *H* wieder frei herauszufliessen, wodurch im Gefäss *C* stets die nämliche gleich hohe Flüssigkeitssäule eingehalten wird. Auf Grund des archimedischen Prinzips erleidet der Schwimmkörper *B* einen desto stärkeren Auftrieb, je dichter die zu prüfende, das Gefäss durchströmende Flüssigkeit ist. Der Schwimmer steigt bei Zunahme der Dichte der Flüssigkeit entsprechend in die Höhe oder sinkt bei Abnahme der Dichte herunter, wobei der Hebel *A* eine drehende Bewegung um den Stützpunkt *a* mitmacht. Diese Bewegung wird durch Faden *b* und eine Rolle auf den Zeiger übertragen, welcher auf einer erfahrungsmässig festgestellten kreisförmigen Skale *D* die betreffenden Dichteänderungen in bestimmten Graden anzeigt.

Die Schwimmeranordnung hat einige Aehnlichkeit mit derjenigen am Siemens'schen Spiritusmessapparat, bei welchem der Schwimmer unmittelbar an einer Blattfeder hängt. Dort wird der Stand des Blattfederendes zur Registrirung der jeweiligen Alkoholstärke benutzt. Uebrigens sind dort auch Zu- und Abflüsse so durchgebildet, dass Schichtungen und Strömungen, welche den Stand des Schwimmers beeinflussen könnten, vermieden werden. Die in vorstehender Zeichnung dargestellte Zu- und Abflusseinrichtung scheint dafür eine ausreichende Gewähr nicht zu bieten.

Für die Werkstatt.

Mittheilungen aus dem Werkstattslaboratorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Es ist eine alte Klage, dass die Angaben in Fachwerken über Chemikalien, welche in der Praxis der Metallbearbeitung eine Rolle spielen, wenig zuverlässig und vor Allem nicht ausführlich genug sind. Vielfach finden sich dort Anweisungen, welche nur in besonderen Fällen zum Ziele führen, und manchmal sogar solche, die einer hinreichenden Prüfung in der Praxis überhaupt nicht unterlegen haben. In Mechanikerkreisen ist deshalb seit Langem und wiederholt der Wunsch aufgetreten, die Werkstätten selbst möchten über ihre Erfahrungen mit sogenannten Rezepten an dieser Stelle berichten. Der Natur der Sache nach kann dies aber von Privatwerkstätten immer nur in beschränktem Umfange geschehen. Dagegen hat sich die Reichsanstalt entschlossen, die Erfahrungen ihrer Werkstatt in der angegebenen Richtung in fortlaufenden Mittheilungen hier zu veröffentlichen; die deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik wird Abzüge derselben in gesonderten Blättern ihren Mitgliedern zusenden und diese somit in den Stand setzen, eine Sammlung solcher Blätter für den Gebrauch ihrer Werkstatt anzulegen.

Die mitzutheilenden Erfahrungen der Reichsanstalt sind Ergebnisse besonderer Versuchsreihen ihres Werkstattslaboratoriums, bei welchen es sich vorzugsweise um Erprobung altbekannter Rezepte handelte. Die Versuche gingen dahin, die Bedingungen für entsprechende Wirksamkeit der in Betracht gezogenen Chemikalien sowie den Grad ihrer Einwirkung auf verschiedene Materialien festzustellen. Bei den zuerst mitzutheilenden Versuchen über verschiedene Beizen wurde der Einfluss derselben auf eine grössere Zahl von Kupferlegirungen ermittelt.

1. Blauschwarzbeizen von Messing auf kaltem Wege.

100 *g* Kupferkarbonat (basisch kohlensaures Kupferoxyd, Kupfergrün) werden in einem geschlossenen Gefässe in 750 *g* Aetzammoniak (Salmiakgeist) unter häufigem Schütteln aufgelöst. Nach erfolgter Lösung werden 150 *ccm* destillirten Wassers hinzugesetzt. Nach nochmaligem guten Durchschütteln ist die Beize gebrauchsfertig.

Aufzubewahren ist sie an einem kühlen Orte in gut verschlossenen Flaschen oder in weiten Glasgefässen, deren abgeschliffenen und eingefetteten Rand eine Glasplatte bedeckt. Eine schwachgewordene Beize kann durch Zusatz von etwas Ammoniak wieder aufgefrischt werden.

Die zu beizenden Gegenstände sind vorher gut zu reinigen und namentlich völlig von Fett zu befreien. Ist dies geschehen, so werden sie an einem Messingdraht in die Beize eingesenkt und, nachdem man sie ganz in die Flüssigkeit untergetaucht hat, darin hin- und her-

bewegt. Nach 2 bis 3 Minuten werden sie aus der Beize genommen, in reinem Wasser abgespült und in Sägespänen getrocknet. Während des Gebrauchs ist die Beize möglichst zugedeckt zu halten.

Wirklich gute Färbungen sind nur auf Messing (Blech und Guss) und auf Tombak, also auf Kupfer-Zinklegirungen zu erzielen. Für Bronzen (Kupfer-Zinn), Neusilber und andere hier untersuchte Metalllegirungen ist diese Beize nicht anwendbar[1]).

2. Schwarzbeizen auf heissem Wege.

Zum Schwarzbeizen wird vielfach noch eine Lösung von Kupfer in konzentrirter Salpetersäure benutzt, die mit einer geringen Menge von Silbernitratlösung gemischt ist. Die Herstellung dieser Beize ist aber sehr unbequem und sogar gefährlich, weil sich bei der Lösung des Kupfers in Salpetersäure grosse Mengen schädlicher scharfer Dämpfe entwickeln, weshalb diese Arbeit keinesfalls im Zimmer ausgeführt werden darf.

Eine Beize dieser Art, welche zudem eine gleichmässigere Färbung erzeugt, lässt sich auf unschädlichere Weise herstellen, indem 600 *g* Kupfernitrat (salpetersaures Kupferoxyd) in 200 *ccm* destillirten Wassers (oder auch filtrirten Regenwassers) gelöst und mit einer Lösung von 2,5 *g* Silbernitrat (Höllenstein) in 10 *ccm* destillirten Wassers gemischt werden.

Die Hinzufügung von Silbernitrat hat sich bei den diesseitigen Versuchen, im Gegensatz zu anderen Annahmen, als recht zweckmässig erwiesen für den Fall, dass die gebeizten Flächen keinen weiteren Ueberzug erhalten sollen; der Zusatz des Silbersalzes kann dagegen unterbleiben, wenn die Flächen nach dem Beizen noch mit stumpfschwarzem Russlack überzogen werden. Störend ist die Hinzufügung einer zu grossen Menge dieses Salzes.

Die Beize ist in geschlossenen Gefässen aufzubewahren. Sollte mit der Zeit etwas von dem Salze auskrystallisiren, so wird destillirtes Wasser nachgegossen, aber nur so lange, bis das Salz sich wieder völlig aufgelöst hat.

Die zu beizenden Gegenstände brauchen nicht bearbeitet zu sein, nur sind sie vorher von Fett zu befreien und, wenn möglich, in ein Gemisch von 1 Theil roher Salzsäure und 1 Theil Wasser oder in ein Gemisch von 2 Theilen roher konzentrirter Schwefelsäure und 7 Theilen Wasser zu tauchen. In solchem schwachen Säuregemisch bleiben sie 5 bis 10 Minuten und werden dann mit reinem Wasser gut abgespült. Die so gereinigten Gegenstände werden an einem Messingdraht in die auf 40 bis 45° erwärmte Schwarzbeize gebracht und eine Minute lang darin gelassen. Kleine Stücke werden ganz untergetaucht; bei grossen, für welche dies nicht möglich ist, werden die nicht eintauchenden Theile mittels einer Feder oder eines Pinsels mit der Beize reichlich überstrichen. Ein leichtes Bestreichen ist schädlich, weil es Flecken erzeugen kann. Nach dem Herausnehmen des Gegenstandes aus der Beize lässt man diese sorgfältig abtropfen, wobei jede stärkere Ansammlung der Flüssigkeit an einer Stelle zu vermeiden ist. Alsdann wird der Gegenstand in der Nähe einer Flamme (oder in einem Trockenofen) vorsichtig getrocknet, jedoch so, dass die Flamme den Gegenstand nicht berührt. Ein zu schnelles Trocknen erzeugt gleichfalls Flecken. Zunächst stellt sich nunmehr ein hellgrüner, gleichmässig stumpfer Ueberzug her. Ist das Trocknen soweit vorgeschritten, so führt man den Gegenstand tiefer in die Flamme ein, worauf die grüne Färbung nach und nach in ein tiefes Schwarz übergehen wird. Dabei steigt, wenn auch nur auf kurze Zeit, die Temperatur über den Schmelzpunkt des Löthzinns, weshalb weich gelöthete Gegenstände in dieser Beize sehr vorsichtig behandelt werden müssen. Nach dem Erkalten wird der Gegenstand mit einer nicht zu harten Bürste abgerieben.

Die Beize hat sich hier für nachstehende Metalllegirungen als sehr brauchbar erwiesen: Kupfer, Messing, Tombak (Chrysochalk, Auran und dergl.), Rothguss, Neusilber (Nickelin, Argentan), Arsenkupfer, Arsenbronze, Phosphorbronze und Siliziumbronze. Wenig oder gar nicht gefärbt wurden Kanonenmetall, Glockengut, Aluminiumbronze und Nickel.

Die Beize ergiebt eine schöne, aber im Allgemeinen nicht ganz gleichmässige Färbung; nur kleinere Flächen fallen gleichmässiger aus. Bei Linsenfassungen, Blenden und ähnlichen Stücken, für welche ein stumpfes Schwarz nöthig ist, empfiehlt es sich, sie zunächst auf diesem Wege dunkel zu beizen und hernach in bekannter Weise mit einem stumpfschwarzen Lampenrusslack zu überziehen.

[1]) Eine grössere Mittheilung über diese Beize findet sich u. A. in *dieser Zeitschrift, Jahrgang 1888. S. 322*, wo Herr Pensky Erfahrungen darüber mittheilt.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.



Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

X. Jahrgang. **Juni 1890.** Sechstes Heft.

Ueber die Normalstimmgabeln der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und die absolute Zählung ihrer Schwingungen.

(Mitgetheilt nach einem amtlichen Berichte des Herrn Dr. Leman.)

(Schluss.)

II. Die graphische Methode.

Die Bestimmungen nach dieser Methode zeichnen sich vor den früheren durch grössere Einfachheit der äusseren Versuchsordnung aus, verursachen dafür aber bei der Auswerthung wegen der sehr mühsamen und zeitraubenden Auszählung der Wellenkurve eine erheblich grössere Arbeit. Ein Urtheil über das Genauigkeitsverhältniss beider wird sich aus den später mitgetheilten Resultaten ergeben; es möge jedoch vorausgeschickt werden, dass dasselbe zwar theoretisch bedeutend, praktisch jedoch nur bedingungsweise zu Gunsten der zweiten ausfällt.

Die Versuche wurden mittels eines sogenannten Trommelchronographen angestellt, eines Apparates, der im Wesentlichen aus einem, durch ein Uhrwerk in ziemlich gleichförmige Umdrehung versetzten Zylinder besteht, auf dessen mit glattem Papier bespannter und leicht berusster Mantelfläche die Hilfsstimmgabel ihre Schwingungen aufzeichnet. Diese ist, nach verschiedenen Richtungen hin justirbar, auf einem ziemlich schweren Schlitten befestigt, welcher während der Drehung des Zylinders durch eine Leitspindel langsam parallel der Axe des letzteren verschoben wird, so dass die gezeichnete Kurve sich in schraubenförmigen Windungen von geringer Steigung um den Zylinder herumwickelt und daher beliebig lang ausfallen darf, ohne dass die den verschiedenen Umgängen angehörigen Theile derselben in einander gerathen.

Anfänglich war beabsichtigt worden, um die Zählung über beliebig lange Zeit erstrecken zu können, die schreibende Gabel wieder auf elektromagnetischem Wege in dauernder Schwingung zu erhalten. Einige Vorversuche liessen jedoch dieses nicht ganz unbedenkliche Hilfsmittel entbehrlich erscheinen, indem auch mittels einer durch einen Bogen angestrichenen und frei ausschwingenden Stimmgabel gut ablesbare Kurven von 20 bis 30 Sekunden Länge erhalten werden konnten, was, wie später ersichtlich werden wird, eine völlig ausreichende Genauigkeit liefert. Durch passende Form und sorgfältige Justirung des schreibenden Stiftes lässt sich die von diesem den Schwingungen entgegengesetzte Dämpfung auf ein fast verschwindendes Maass herabsetzen; die besten Resultate wurden dabei mit einem feinen, hakenförmig gekrümmten Glasfaden von etwa 15 *mm* Länge erhalten, welcher genügende Steifigkeit besitzt, um bei seinem geringen Gewicht nicht in Eigenschwingungen zu gerathen, gleichzeitig aber auch elastisch genug ist, um über etwaige Unebenheiten leicht hinwegzugleiten. Derselbe wurde mit

seinem etwas dickeren Ende an der Gabelzinke mit etwas Wachskitt befestigt, während das andere, schräg abgebrochene, die Schreibfläche nur mit einer äusserst feinen Kante berührte und daher auch nur eine sehr zarte Linie erzeugte. Für das gute Gelingen eines Versuches sind nur zwei Hauptbedingungen zu erfüllen. Einmal muss dafür Sorge getragen werden, dass die Gabel ihre Bewegung nicht durch Erschütterung ihrer Unterstützung rasch verliert; dies wird durch festes Einspannen ihres Stieles und durch die Schwere des sie tragenden Schlittens erzielt, — und zweitens muss die Berussung möglichst leicht ausgeführt werden, damit die Kurve auch dann noch scharf erkennbar bleibt, wenn die Amplitude der Gabel bereits sehr klein geworden ist.

Derselbe Schlitten trägt die elektromagnetische Auslösung für den zweiten Schreibstift, welcher für gewöhnlich in einem geringen Abstande über der berussten Papierfläche steht, im Augenblicke des beim Durchgang des Pendels durch seine Ruhelage erfolgenden Stromschlusses plötzlich herabfällt, einen kurzen Strich markirt und dann sogleich wieder abgehoben wird. Diese Anordnung erforderte zwar einen etwas verwickelteren Mechanismus als die sonst vielfach gebräuchliche, bei welcher der Markirstift die berusste Fläche dauernd berührt und im Moment des Stromschlusses eine kleine seitliche Verrückung erfährt, wodurch die von ihm gezogene Schraubenlinie eine kurze Ausbuchtung erhält, ist aber entschieden vorzuziehen, weil sie viel schärfer definirte Marken erzeugt.

Die Umdrehungsgeschwindigkeit des Zylinders kann mittels Rädervorgeleges in drei Abstufungen innerhalb weiter Grenzen verändert werden und wird durch ein Zentrifugalpendel regulirt. Für die Versuche wurde sie so gewählt, dass der Abstand zweier auf einander folgenden Sekundenmarken etwa 110 *mm* betrug und somit auf das Millimeter etwa vier Wellenberge der aufgezeichneten Schwingungskurve kamen. Vollkommene Gleichförmigkeit der Bewegung ist hierbei, da die beiden Schreibstifte sich dicht nebeneinander befinden, allerdings kein unumgängliches Erforderniss, trägt aber wesentlich dazu bei, das Auszählen der Schwingungen zu erleichtern. Hierfür wurde eine kleine Hilfsvorrichtung hergestellt, welche sich als sehr zweckmässig bewährte. Dieselbe besteht aus einem zweiten Schlitten, welcher nach Abnahme des die Gabel tragenden in dessen Bahn gesetzt wird und ein Mikroskop von ungefähr vierfacher Vergrösserung trägt, in dessen Bildebene ein Netz von sechs ziemlich starken, der Axe des Zylinders parallelen Fäden angebracht ist. Dasselbe pointirt auf die Kurve und wird so justirt, dass das Intervall zwischen je zwei Fäden gerade fünf Wellen, das zwischen den beiden äussersten somit 25 derselben überspannt. Der Schlitten trägt ausserdem noch einen verstellbaren Schreibstift, dessen Spitze im Gesichtsfelde des Mikroskopes sichtbar ist und mit dem obersten der Fäden zusammenfällt. Eine durch die Grundplatte des Schlittens gehende Schraube greift mit ihrem konisch zugespitzten Ende zwischen die Gänge der Leitspindel und bewirkt, dass beim Drehen des Zylinders der Schlitten mit dem Mikroskop dem Fortschreiten der Kurve nachfolgt, gestattet aber nebenher noch eine freie seitliche Bewegung des letzteren, deren Grösse durch die Tiefe der Einsenkung der Spitze in die Gänge der Leitspindel bestimmt ist. Bei Ausführung dieser Verschiebung bezeichnet der Schreibstift auf der berussten Fläche denjenigen Wellenberg, welcher im Gesichtsfelde des Mikroskopes von dem obersten Faden gedeckt wird, mit einem kurzen Strich. Wird darauf der Zylinder soweit gedreht, bis der bezeichnete Wellenberg auf den untersten Faden fällt, so müssen, wenn die Rotationsgeschwindigkeit bei Aufnahme

des Diagrammes gleichförmig war, auch die übrigen Fäden genau wieder auf die Gipfel der folgenden Wellenberge treffen und werden dies auch noch nahezu thun, wenn eine geringfügige Verzögerung oder Beschleunigung stattgefunden hatte. Dabei wird sich die Abweichung allmälig noniusartig von Faden zu Faden vergrössern und kann daher mit Leichtigkeit stufenweise durch Nachrücken der Kurve beseitigt werden, bis wieder das genaue Zusammentreffen des 25. Berges mit dem obersten Faden hergestellt ist, ohne dass dabei ein wirkliches Zählen der Wellenberge erforderlich wird. Nachdem dieser Berg wieder mit einem Strich versehen ist, wird das Verfahren wiederholt und auf diesem Wege zunächst die ganze Kurve in Abschnitte von je 25 Schwingungen zerlegt. Es liegt auf der Hand, dass hierdurch die ganze Arbeit wesentlich erleichtert wird und namentlich bei einiger Aufmerksamkeit ein Verzählen um eine Schwingung nicht wohl vorkommen kann. Immerhin erforderte das Durchzählen einer Kurve von etwa 20 Sekunden Länge durchschnittlich eine Arbeitszeit von 5 bis 6 Stunden. Wenn zum Zweck einer Kontrole die Zählung, bezw. Zerlegung nochmals wiederholt werden soll, so wird entweder der Schreibstift solange zurückgezogen, als sich kein Irrthum in der Bezeichnung der einzelnen Berge zeigt, oder, was vielleicht noch zweckmässiger ist, so verstellt, dass er im Gesichtsfelde gerade um eine Schwingung über oder unter dem obersten Faden steht. Beginnt man dann die neue Eintheilung bei demselben Punkte, so müssen, da die neuen Markirstriche jetzt in Intervallen von je 26 bezw. 24 Wellen aufeinanderfolgen, immer der $n.25$te Strich der zweiten Theilung mit dem $n.26$ten bezw. $n.24$ten der ersten koinzidiren.

Das Intervall zwischen zwei Wellenbergen hat im Gesichtsfelde des Mikroskopes die scheinbare Grösse von etwa 1 *mm* und gestattet daher noch eine Schätzung der relativen Lage der Sekundenmarken nach Bruchtheilen einer Schwingung. Bis auf Zehntel kann man hier allerdings nicht wohl herabgehen, weil eine so vollkommene Schärfe der Kontur, wie sie hierzu erforderlich sein würde, bei dem Einreissen der Kurve, bezw. der Marke in die lockere, filzartige Russschicht nicht erwartet werden kann. Aus demselben Grunde würde auch weder ein schnellerer Gang der Trommel, noch die Anwendung eines stärkeren Mikroskopes von erheblichem Nutzen sein. Dagegen ist eine Schätzung bis auf Viertel einer Schwingung bequem ausführbar und auch, wie sogleich gezeigt werden wird, vollkommen ausreichend und zwar um so eher, als äussere Umstände die so erreichbare Genauigkeit doch häufig ziemlich erheblich beeinträchtigen.

Sind auf dem beschriebenen Wege $n+1$ aufeinanderfolgende Sekundenmarken an der Kurve nach ganzen und viertel Schwingungen abgelesen, so lassen sich an diese Ergebnisse unter der jetzt zweifellos zutreffenden Voraussetzung, dass die Schwingungszahl der schreibenden Stimmgabel während der Dauer des Versuches entweder gar keine Aenderungen oder doch höchstens solche sehr schwach linearen Charakters erfährt, wieder genau dieselben Ueberlegungen knüpfen, wie sie bei Besprechung der ersten Methode entwickelt worden waren. Man erhält daher wieder ein System von $n+1$ Bedingungsgleichungen und zwar, da hier gerad- und ungeradzahlige Sekundenmarken gleichzeitig benutzt werden, von der auf S. 181 angegebenen Form. Für den w. F. der die Schwingungszahl S der schreibenden Gabel bedeutenden Unbekannten erhält man dann wieder wie dort den Ausdruck:

$$r_S = \frac{r\sqrt{12}}{\sqrt{n(n+1)(n+2)}},$$

wenn r den w. F. einer der Bedingungsgleichungen, d. h. einer Schätzung bedeutet. Nimmt man diesen, der obigen Ausführung entsprechend, zu 0,25 Schwingungen an und berechnet danach die Anzahl n der Sekundenintervalle, welche abgelesen werden müssen, um eine vorgeschriebene Genauigkeit r_S zu erreichen, so ergiebt sich für:

$$
\begin{array}{cccccc}
r_S = & 0{,}005 & 0{,}010 & 0{,}015 & 0{,}020 & 0{,}025 \\
n = & 30 & 19 & 14 & 11 & 10\,,
\end{array}
$$

Werthe, von denen sich die beiden höchsten durch das angewandte Verfahren wenigstens unter günstigen Umständen näherungsweise einhalten lassen. Es geht hieraus hervor, dass die vorliegende Methode für die einzelne Bestimmung einen viel kleineren w. F. gewährleistet, als die erstere, und dieser daher in hohem Maasse überlegen sein würde, wenn ihr nicht, wie die Beobachtungen zeigten, andererseits der Uebelstand einer allzugrossen Empfindlichkeit gegen störende Einflüsse anhaftete. Dieselbe ist, wie es übrigens auch in der Natur der Sache liegt, so gross, dass schon verhältnissmässig recht geringfügige Ursachen die obige theoretische Genauigkeit beträchtlich herabzusetzen vermögen, ja unter Umständen die Zuverlässigkeit der Resultate ganz in Frage zu stellen im Stande sind.

Der erste, mit Gabel K angestellte Versuch lieferte, da die Mittel zur Erzeugung recht langer Kurven noch nicht im Bereiche der Erfahrung lagen, nur eine auf 14 Sekunden ablesbare Wellenschrift, welche aber immerhin noch einen w. F. der Bestimmung von 0,015 Schwingungen hätte ergeben sollen. Die Darstellung der Bedingungsgleichungen liess jedoch mehrfach Fehlerbeträge von etwa drei und sogar einen solchen von fünf ganzen Schwingungen übrig, die natürlich nicht mehr auf Rechnung unsicherer Schätzungen zu setzen, sondern nur durch zunächst unbekannte störende Ursachen erzeugt sein konnten. Demgemäss ergab sich auch der w. F. einer Bedingungsgleichung rechnungsmässig zu 1,8 statt wie oben angenommen 0,25 Schwingungen. Der Grund dieser unerwarteten Erscheinung wurde später in einer kaum merklichen Lockerung einer Schraube an dem Bewegungsmechanismus des die Sekundenmarken erzeugenden Schreibstiftes gefunden, durch welche der Abfall des letzteren beim Kontaktschluss etwas unregelmässig erfolgte. Erwägt man nun, dass eine Verzögerung um nur 0,01 Sekunde bereits eine Verschiebung der Sekundenmarke um 4,3 Schwingungen bewirkt, so sind damit die gefundenen Abweichungen leicht zu erklären. Als Resultat dieser Bestimmung ging die Schwingungszahl 435,000 hervor, also um 0,2 Einheiten kleiner als früher, aber auch mit dem rechnungsmässigen w. F. $\pm$ 0,11 behaftet; der Versuch ist natürlich als misslungen anzusehen. Drei weitere mit derselben Gabel lieferten zuverlässigere, untereinander und mit dem früheren befriedigend übereinstimmende Resultate, deren wesentliche Zahlen nachfolgend zusammengestellt sind, wobei noch bemerkt werden mag, dass Spalte 2 jetzt selbstverständlich die Schwingungszahlen der schreibenden Stimmgabel enthält, während die Bedeutung der übrigen Spalten dieselbe ist, wie in den vorangegangenen Zusammenstellungen.

Die Differenzbestimmungen wurden in ganz gleicher Weise ausgeführt wie früher; der Ton der schreibenden Gabel ist zwar ziemlich schwach, gestattet aber doch, wie die Zahlen in Spalte 6 zeigen, ein genügend langes Verfolgen der Schwebungen, wenn nur in der Umgebung hinreichende Ruhe herrscht. Allerdings war gerade diese Bedingung nur sehr schwer zu erfüllen, und eine grössere Anzahl von Beobachtungen sind durch diesen Umstand vereitelt worden.

	1 Datum	2 S	3 $n+1$	4 t	5 $K_t - S$	6 $n'+1$	7 K_t	8 K_{15}	9	10
1	1889 Okt. 1	433,185 ± 4	31	17,3	+ 1,898 ± 1	37	435,083 + 108	435,191 ± 4	− 1	± 7
2	„ „ 14	433,466 ± 6	21	19,3	+ 1,536 ± 1	30	435,002 + 202	435,204 ± 6	+ 12	± 11
3	„ „ 16	433,369 ± 13	25	19,8	+ 1,554 ± 2	19	434,923 + 226	435,149 ± 13	− 43	± 24
					Mittel			435,181		
					Wahrscheinlichster Werth			435,192 ± 6		

Die beiden ersten der eben mitgetheilten Bestimmungen für Gabel K sind als vollkommen gelungen zu betrachten und bestätigen durch die sehr gute Uebereinstimmung ihrer Ergebnisse das frühere Urtheil über den Werth der vorliegenden Methode. In den Darstellungen der Ablesungen halten sich die übrigbleibenden Abweichungen im Allgemeinen in den Grenzen des oben vorausgesetzten Schätzungsfehlers und erreichen nur sehr vereinzelt die Grösse von nicht ganz 0,7 Schwingungen, wofür sich eine ungezwungene Erklärung in der mitunter etwas unbestimmten Gestalt der Sekundenmarken einerseits und kleinen Unregelmässigkeiten der Schreibfläche andererseits findet. Bei beiden Bestimmungen ergeben sich die rechnungsmässigen wahrsch. Fehler der Bedingungsgleichungen sogar noch etwas kleiner als die angenommene Grösse des Schätzungsfehlers, nämlich nur zu ± 0,20 Schwingungen und dem entsprechend fallen auch die w. F. der Endresultate etwas kleiner aus, als sie nach der Vorausbestimmung auf S. 200 den Zahlen n entsprechen. Etwas ungünstiger ist die Sachlage bei der Bestimmung vom 16. Oktober. Hier überschreiten die übrigbleibenden Abweichungen in der Darstellung der Beobachtungen mit wenigen Ausnahmen den wahrscheinlichen Schätzungsfehler, gehen zweimal bis 1,1, einmal sogar bis 1,7 Schwingungen hinauf, und lassen daher den w. F. einer Bedingungsgleichung bis zu 0,46 Schwingungen anwachsen. Zur Erklärung reichen freilich die obigen beiden Gründe noch etwa gerade aus, weshalb das Endergebniss mit seinem rechnungsmässigen w. F. zuverlässig erscheint, wenn es auch den beiden anderen gegenüber etwas zu klein ist. Die Bestimmung schliesst sich der Zeit nach unmittelbar an die am gleichen Datum mit dem phonischen Rade erhaltenen vier an. Nimmt man aus letzterem (S. 182) das Mittel, 435,156, dessen w. F. nach den Abweichungen der vier Einzelwerthe berechnet, 0,031 beträgt, so zeigt sich eine verhältnissmässig recht gute Uebereinstimmung zwischen den unter gleichen äusseren Umständen erhaltenen Ergebnissen der beiden Methoden, die aber ihrerseits den Verdacht begründet, dass die gemeinschaftliche Temperaturbestimmung, aller Vorsichtsmaassregeln ungeachtet, vielleicht doch mit einem Fehler behaftet sein könnte, welchem das etwas auffällige Zurückbleiben des Resultates zuzuschreiben wäre. Zur Beseitigung der Abweichung würde ein Fehler von 1° C gerade ausreichen.

Dies ist allerdings nur eine Hypothese, der eine zweifellose Berechtigung nicht zuerkannt werden kann, aber auch ohne ihre Zuhilfenahme ist die Uebereinstimmung des wieder unter dem auf S. 179 entwickelten Gesichtspunkte hergeleiteten wahrscheinlichsten Werthes 435,192 ± 6 mit dem aus den Beobachtungen am phonischen Rade gewonnenen 435,200 ± 5, der durch die Hinzunahme der weniger gut stimmenden Einzelwerthe nur im w. F. etwas beeinträchtigt wird, eine durchaus befriedigende zu nennen. Sie wird ganz vollständig, wenn man die Beobachtungen vom 16. Oktober als verdächtig von der Mitbenutzung ausschliesst.



Zur Bestimmung der Schwingungszahl der oben erwähnten zweiten Normalgabel sind 12 Versuche mittels des phonischen Rades und 8 mittels der graphischen Methode ausgeführt worden, wovon aber eine grössere Anzahl durch äussere Störungen verunglückt ist. Die übrigen reichen für ein völlig zuverlässiges Resultat noch nicht aus, daher ist zunächst nur ein relativer Anschluss an die erste Stimmgabel ausgeführt worden, welcher auch völlig genügend ist, eine etwa mit der Zeit eintretende Veränderung erkennen zu lassen.

Bezüglich der die Grundlage für die Beobachtungen abgebenden Uhr ist zu bemerken, dass dieselbe eine gute astronomische Uhr mit freigehendem Quecksilberpendel ist. Sie wird regelmässig wöchentlich zweimal durch elektrische Zeitübertragung selbthätig auf dem Chronographen mit der Hauptuhr für mittlere Zeit der Königlichen Sternwarte in Berlin verglichen und durch Zulagegewichte am Pendel derart regulirt, dass ihre wöchentlichen Schwankungen über Bruchtheile einer Sekunde nicht hinausgehen. Aus diesem Grunde brauchten an die unmittelbaren Ergebnisse der Zählungen Verbesserungen wegen des Ganges der Uhr nirgends angebracht zu werden.

Einige Verbesserungen des Krystallisationsmikroskops.

Von
Prof. **O. Lehmann** in Karlsruhe.

Das Krystallisationsmikroskop ist ein gewöhnliches Mikroskop, welches mit Vorrichtungen zum raschen Erwärmen und Abkühlen der Präparate und zur Beobachtung derselben im polarisirten Licht versehen ist. Es soll in erster Linie dem Chemiker zur Ausführung der vergleichenden Krystallanalyse dienen, d. h. zur Vergleichung zweier Substanzen hinsichtlich ihrer Krystallisationseigenschaften, woraus oft mit grosser Leichtigkeit zuverlässige Schlüsse bezüglich der Identität oder Nichtidentität zweier auf verschiedenem Wege gewonnener unbekannter Stoffe, über Reinheit oder Verunreinigung eines Präparats und zuweilen geradezu über dessen chemische Zusammensetzung durch Vergleich mit bekannten chemischen Verbindungen gewonnen werden können. Näheres hierüber ist in meinem Buche über Molekularphysik[1]) angegeben.

Eine provisorisch zusammengestellte einfache Form dieses Mikroskops habe ich in einem früheren Aufsatz in dieser Zeitschrift[2]) beschrieben. Diese ältere Form, deren Herstellung die Firma R. Fuess in Berlin übernommen hat, leidet, wie schon am angegebenen Orte bemerkt ist, an dem wesentlichen Uebelstande, dass es nicht möglich ist, die Präparate während der Erwärmung auch gleichzeitig zwischen gekreuzten Nikols zu untersuchen. Da sich inzwischen mehrfach Gelegenheit geboten hat, neue Instrumente herzustellen, so versuchte ich auf verschiedene Weise den Uebelstand zu beseitigen.

Der erste Gedanke, das polarisirende Prisma vor den Spiegel zu setzen, welcher nach meinen Angaben in dem mechanischen Institut von O. Leuner in Dresden ausgeführt wurde, hat sich wenig praktisch erwiesen und dürfte in neuerer Zeit bei dem

---

[1]) *O. Lehmann, Molekularphysik, Leipzig. W. Engelmann, Bd. II, S. 556.* — [2]) *Jahrgang 1886. S. 325.*



hohen Preise Nikol'scher Prismen ausser Betracht kommen, da zur Erzielung der nöthigen Helligkeit ein Prisma von ziemlich grossem Durchmesser (etwa 20 *mm*) nöthig ist. Dasselbe beeinträchtigt ausserdem die Handhabung der Erwärmungsvorrichtung.

Ein zweiter Vorschlag wurde von der bekannten Firma C. Zeiss in Jena ausgeführt, welcher ich für ihr freundliches Entgegenkommen zu besonderem Danke verpflichtet bin. Bei diesem in Fig. 1 schematisch dargestellten Instrument ist das polarisirende Prisma durch eine Kombination von zwei Glassätzen (aus 5 bis 6 dünnen Spiegelglasplatten bestehend) ersetzt. Das Licht fällt von der Lichtquelle *A*, unter dem Polarisationswinkel (56 bis 57°) zunächst auf den ersten Glassatz *B*, von hier auf den zweiten *C* und dann erst auf den Spiegel *D*.

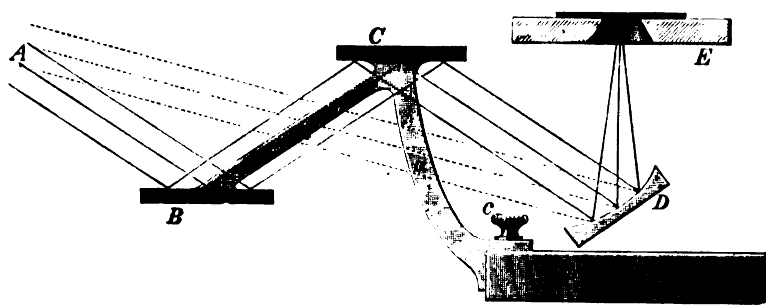


Fig. 1.

Durch einen hinreichend festen Träger *aa* und die Griffschraube *c* sind die Glassätze in feste Verbindung mit dem Fuss *b* des Instruments gebracht. Sie sind überflüssig gross, um zugleich als Schirme zu dienen und den Zutritt von unpolarisirtem Licht zum Spiegel zu verhindern. Eine kleine Drehung des Spiegels genügt, wie man leicht übersieht, um die in der Richtung der punktirten Linien verlaufenden unpolarisirten Strahlen der Lichtquelle *A* nach dem Objekttisch *E* zu bringen, so dass der Uebergang von der Beobachtung im gewöhnlichen zu der im polarisirten Licht ungemein rasch und leicht sich vollzieht, was bei schwierigeren Untersuchungen zuweilen von grossem Werthe ist.

Ein anderer ähnlicher Vorschlag wurde auf meine Veranlassung von dem Mechaniker O. Behm in Karlsruhe an einem schon vorhandenen Mikroskop zur Ausführung gebracht, deren Anordnung durch Fig. 2 schematisch dargestellt ist.

Die Glassätze *B* und *C* bestehen bei diesem Polarisator aus je fünf grossen Deckgläschen gewöhnlicher Dicke und sind durch einen Halter *a* mit Charnier am vorderen Ende des Objekttisches *E* befestigt. Soll zur Beobachtung im gewöhnlichen Licht übergegangen werden, so wird der Polarisator einfach um das Charnier in die Stellung *B' C'* in die Höhe geklappt. Die Grösse der Glassätze ist in diesem Falle natürlich auf das geringste zulässige Maass vermindert.

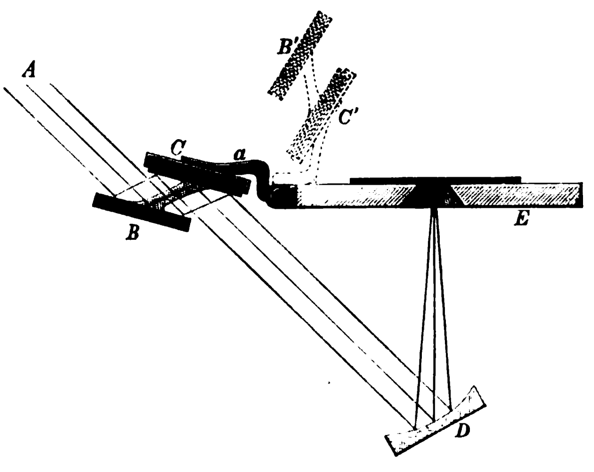


Fig. 2.

Mit der Ausführung eines vierten Vorschlages und wohl des besten hat sich die Firma Voigt & Hochgesang (Inhaber R. Brünnée) in Göttingen in neuester Zeit befasst. Für die weitgehende Berücksichtigung meiner Wünsche bei Her-

stellung des Probeinstruments sage ich derselben auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank. Die Anordnung der optischen Theile ist die in Fig. 3 skizzirte.

Die Strahlen der Lichtquelle *A* fallen zunächst unter dem Polarisationswinkel auf den aus Deckgläschen gebildeten Glassatz *B* am Ende des Mikroskopfusses, von hier fast senkrecht auf den gewöhnlichen Planspiegel *C* und von da auf den Hohlspiegel *D*. Letzterer ist nur um eine horizontale Axe mit Anschlag drehbar. Durch Drehung in die punktirte Stellung kann ähnlich wie bei Figur 1 der Uebergang zu gewöhnlichem Licht bewirkt werden.

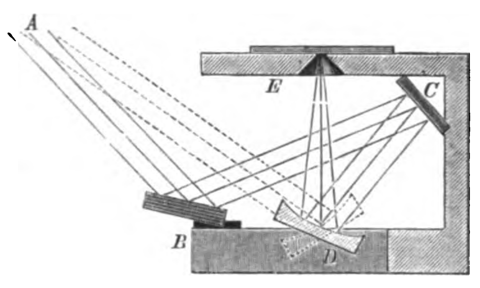


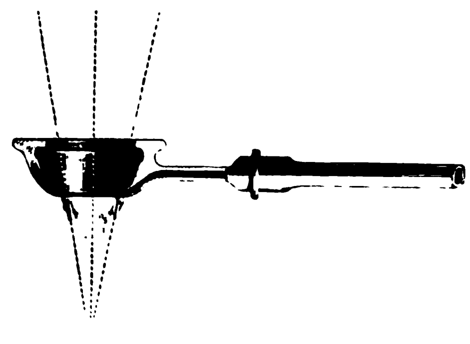
Fig. 3.

Durch diese Anordnung ist das Mikroskop weit handlicher und bequemer, ausserdem einfacher in der Herstellung und darum billiger geworden. Der Umstand, dass hier nur ein einziger Glassatz zur Anwendung kommt (dessen Dimensionen so klein wie möglich gewählt werden) hat freilich den Nachtheil, dass die Polarisation nicht ganz so vollkommen ausfällt wie bei der Anwendung zweier Polarisatoren. Für die Zwecke, welchen das Instrument dienen soll, die nicht absolute Dunkelheit bei gekreuztem Polarisator und Analysator verlangen, dürfte die Vorrichtung trotzdem vollkommen genügen; sie bietet noch den weiteren Vortheil, dass durch die Beseitigung des einen Glassatzes die Helligkeit eine grössere ist.

Auch die Erwärmungsvorrichtung hat gegen früher Vereinfachung erfahren. Die Unbequemlichkeit, dass zur Beseitigung der leuchtenden Flamme dem Brenner mittels eines Gebläses Luft zugeführt werden musste, ist, freilich unter Verzicht auf sehr starke Erhitzungen, dadurch vermieden, dass dem Brenner passende Form und Stellung gegeben wurde, um schon mit einer sehr kleinen Flamme, welche an sich nichtleuchtend ist, für die gewöhnlichen Bedürfnisse auszukommen. Je nachdem nur sehr geringe oder weitergehende Temperaturveränderungen nöthig sind, wird an den beweglichen Arm ein Brenner von der Form Fig. 4 oder der in Fig. 5 dargestellte angeschraubt.


Fig. 4.

Der erstere ist einfach eine feine Spitze, aus welcher ein sehr kleines blaues Flämmchen brennt. Er hält zwar einen Theil der vom Spiegel zum Objekt gelangenden Strahlen auf, indess ist die dadurch bewirkte Verdunklung des Gesichtsfeldes kaum merklich. Dadurch, dass das Stativ des Brenners verstellbar gemacht wird, um die Flamme dem Objektträger eventuell näher bringen zu können, lässt sich schon diese eine Vorrichtung für alle gewöhnlich gebrauchten Temperaturen zureichend herstellen. Das allzunahe Heranschieben der Flamme zum Objektträger hat aber das missliche, dass letzterer in Folge der sehr lokalen Erhitzung in Gefahr kommt zu zerspringen. Zur Erzeugung stärkerer Erwärmungen ist daher die andere Brennerform geeigneter, bei welcher, ähnlich wie bei den nach Angaben von Prof. Liebisch von der Firma Voigt & Hochgesang


Fig. 5.

hergestellten heizbaren mineralogischen Mikroskopen, das Gas aus einem feinen ringförmigen Schlitz herausbrennt. Der den Schlitz enthaltende Brennerring ist unten durch eine dünne Glas- oder Glimmerplatte geschlossen, damit die Flamme durch den enstehenden Luftzug gegen die Mitte hin getrieben wird. Die Lichtstrahlen durchdringen, wie die punktirten Linien der Figur andeuten, diese durchsichtige Platte und die den Ring überspannende dünne Schicht brennenden Gases ohne merkliche Störung, so dass durch Unterschieben des Brenners die Helligkeit des Gesichtsfeldes gar nicht beeinträchtigt wird.

Eine weitere Verbesserung des Mikroskops bezieht sich auf die Einrichtung der Theilscheibe. Dieselbe wird in dem Objekttisch selbst verborgen, so dass sie gegen Verunreinigung und Beschädigung durch Säuredämpfe u. s. w. völlig geschützt ist. Die Ablesung erfolgt direkt von oben durch ein kleines in der Oberseite des Objekttisches angebrachtes Fenster.

Zu elektrolytischen Versuchen bediene ich mich neuerdings besonderer Objektträger. Dieselben besitzen zwei kleine runde Ausschliffe in solcher Entfernung von einander, dass dieselben beim Auflegen des Deckglases durch dieses gerade zur Hälfte bedeckt werden. Man kann durch die Ausschliffe leicht selbst ziemlich dicke Elektroden bis unter das Deckglas schieben, ohne dieses im Geringsten zu heben und dieselben ebenso leicht ohne jede Störung wieder entfernen.

Zu Untersuchungen bei sehr hoher Temperatur benutze ich noch immer das früher beschriebene[1]) grössere Instrument, indess gleichfalls mit einigen Abänderungen.

Die Gebläseflamme steigt nicht mehr durch die Oeffnung des Objekttisches frei in die Höhe, sondern durch einen aussen in Messing gefassten dickwandigen Schornstein aus Asbest, der sich leicht in die Oeffnung des Objekttisches einsetzen und wieder entfernen lässt. Hierdurch wird nicht nur die Erhitzung der Metalltheile des Mikroskops durch die Flamme vermindert, sondern die Verbrennungsgase treffen das Präparat mit erheblich höherer Temperatur, so dass also zur Erzielung des gleichen Effektes eine wesentlich kleinere Flamme zureicht. Hierdurch wird der weitere Vortheil erreicht, dass nicht mehr der ganze Objektträger in Flammen gehüllt sein muss, sondern nur von einer Art Stichflamme in der Mitte getroffen wird, deren Verbrennungsgase rechtwinklig abgelenkt werden und sich somit vom Objektiv entfernen. Zur Verminderung der Wärmeentziehung durch das Objekttischchen ist letzteres so gestaltet, dass das Präparat nur auf vier Spitzen ruht, deren Wärmeleitung sehr gering ist.

Dem das Objektiv schützenden Wasserschirm wurde insofern eine andere Form gegeben, als er nicht mehr einfach scheibenförmig gestaltet ist, sondern zunächst als etwa 2 *cm* lange doppelwandige Hülse mit starkem Kupferboden das Objektiv eng umfasst und erst am oberen Rande sich zu einer Scheibe von etwa 5 *cm* Durchmesser verbreitert. Man hat so die Möglichkeit, jederzeit das Präparat von der Seite her beobachten zu können, ohne dass die heissen Gase zum Tubus gelangen und denselben in störender Weise erhitzen können, wie es bei einer anderen nur aus der Hülse bestehenden Form des Wasserschirms[2]) der Fall war. Die Kühlwirkung des neuen Wasserschirms ist eine so gute, dass selbst bei langsamem Durchfluss des Wassers häufig die Temperatur des Objektivs so niedrig bleibt, dass sich Wasserdampf darauf kondensirt. Da es nun einige Schwierig-

[1]) *Diese Zeitschr. 1884. S. 369.* — [2]) *Vgl. Wiedemann's Annalen* **24**. *S. 18. 1885.*



keiten bietet, den Wasserzufluss so zu reguliren, dass diese Kondensation nicht erfolgt und doch das Objektiv sicher geschützt ist, so habe ich weiterhin eine Blasevorrichtung hinzugefügt, welche einen feinen Luftstrom gegen die untere Objektivlinse erzeugt und so nicht allein den Zutritt des Wasserdampfs zu derselben hindert, sondern auch etwaige Kondensationen rasch zum Verdunsten bringt.

Endlich sei noch des Projektionsmikroskops gedacht, welches dazu bestimmt ist, die Erscheinungen einer grösseren Zuhörerzahl zu demonstriren. Herr Mechaniker E. Feldhausen in Aachen, welcher das erste derartige Instrument[1]) anfertigte, hat inzwischen mit Berücksichtigung der an jenem Exemplar gemachten Erfahrungen mehrere weitere ausgeführt, wodurch nach und nach eine durchaus befriedigende Konstruktion hervorgegangen ist. Die Kautschukschläuche des älteren Instruments wurden bei den neueren beseitigt und durch solide Metallröhren oder Kanäle in den Metalltheilen ersetzt.

Die Kühlung der Alaunlösung in dem prismatischen Spiegelgehäuse erfolgt nicht mehr durch den vorgeschalteten Wasserschirm, sondern durch eine viel energischer wirkende Kühlschlange, welche den Wänden des Prismas entlang und namentlich in Form einer Spirale im Innern des an der Eintrittsstelle des Lichtes befindlichen zylindrischen Abschnittes verläuft. Bei hinreichend raschem Durchfluss des Wassers, welches natürlich nicht mehr wie früher kalkfrei zu sein braucht, wird die Erwärmung der Alaunlösung ganz unbedeutend.

Der Spiegel liegt der Rückwand des Gehäuses nicht mehr fest an, sondern dreht sich um eine Art Charnier, so dass er mittels einer Stellschraube rasch um einige Grade nach der einen oder andern Richtung aus seiner Normalstellung unter 45° gedreht werden kann. Hierdurch wird der schätzenswerthe Vortheil erzielt, durch eine Drehung der Regulirschraube ohne Verzug die gleichförmige Helligkeit wiederherstellen zu können, wenn durch Aenderungen in der Stellung des elektrischen Lichtbogens die Beleuchtung des Gesichtsfeldes einseitig geworden ist.

Zum bequemen Ablassen der Alaunlösung und zur Spülung des Gefässes mit Wasser sind an der Unterkante desselben zwei verschliessbare Ansatzröhren angelöthet.

Um das Präparat möglichst ausgiebig kühlen zu können, ist eine zweite Blasevorrichtung angebracht, welche aus drei im Objekttisch verborgenen Röhrchen Luftströme gegen die Unterseite des Präparats richtet. Dadurch wird es möglich, ohne jede Störung der Erscheinungen eine erheblich hellere Lichtquelle zu verwenden und somit auch ein grösseres Gesichtsfeld zu erzielen.

Ein weiteres, mit Universalgelenk versehenes Blaseröhrchen, welches der Bewegung des Objektivs beim Auf- und Abschrauben folgt, wurde beigefügt, um die Kondensation von Dämpfen auf dem Objektiv verhindern oder rasch beseitigen zu können.

Das schwarze Zelt, welches dem früheren Instrument beigegeben wurde, um die von den verschiedenen glänzenden Theilen nach allen Richtungen zerstreuten Lichtstrahlen aufzufangen und das Zimmer absolut dunkel zu erhalten, wurde durch zwei kleine geschwärzte Blechschirme ersetzt, von welchen der eine um ein Charnier beweglich an dem Halter des total reflektirenden Prismas befestigt ist, der andere kreisrunde in horizontaler Richtung über dem Prisma. Diese beiden Schirme vermögen zwar nicht alles seitlich austretende Licht aufzuhalten, allein sie hindern

[1]) *Diese Zeitschr. 1886. S. 332.*



doch die Lichtzerstreuung so sehr, dass sie nicht merklich stört und dafür ermöglichen sie ein ganz ungestörtes Arbeiten vor den Augen der Zuhörer, so dass es dem Experimentator möglich ist, gleichzeitig zu demonstriren und das Demonstrirte zu erklären.

Das Prisma wurde bei dem neueren Instrument aus einer besonders stark brechenden Glassorte von der Firma C. Zeiss in Jena hergestellt, da sich bei Anwendung gewöhnlichen Glases nicht vermeiden liess, dass ein Theil des Gesichtsfeldes durch Totalreflexion abgeschnitten wurde.

Ueber die Verwendung der Quecksilberthermometer in hohen Temperaturen.

Von

H. F. Wiebe in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Gewöhnlich werden Quecksilberthermometer nur zur Messung von Temperaturen bis zu etwa 300° benutzt, weil bei grösserer Erwärmung das Quecksilber in luftleeren Kapillarröhren ins Sieden geräth. Die Grenze der Brauchbarkeit der Quecksilberthermometer kann aber nach oben hin sehr wesentlich erweitert werden, wenn man die Kapillarröhre über dem Quecksilber mit Stickstoff oder einem anderen gegen Quecksilber indifferenten Gase füllt und dadurch bewirkt, dass bei steigender Temperatur das Quecksilber im Thermometer unter stetig wachsendem Drucke steht. Obwohl diese Stickstofffüllung bei Quecksilberthermometern schon seit langer Zeit bekannt ist, so sind derartige Instrumente für Temperaturen über 360° anscheinend bisher nur in sehr beschränkter Weise im Gebrauch gewesen. Der Grund hierfür mag hauptsächlich darin liegen, dass die Quecksilberthermometer in höheren Temperaturen starken Standänderungen unterliegen und systematische Untersuchungen über diese Veränderungen erst in neuerer Zeit angestellt worden sind. Besonders hat Crafts (*Compt. Rend.* ***91***, ***94*** und ***95***) umfangreiche Versuche nach dieser Richtung ausgeführt und dabei gefunden, dass bei lang andauernder Erhitzung auf eine und dieselbe Temperatur die Standänderung, welche an der Eispunktserhebung gemessen wird, schliesslich ein Maximum erreicht. Ich habe dann gezeigt (vgl. *d. Zeitschr. 1888. S. 373*), dass die Grösse der Aenderung nach andauernder Erhitzung auf konstante Temperatur auch von der chemischen Zusammensetzung des Glases, aus welchem das Thermometer verfertigt ist, abhängt und dass z. B. Thermometer aus Jenaer Glas in dieser Hinsicht sich mehr als dreimal so günstig verhalten, wie solche aus gewöhnlichem Thüringer Glase. Sowohl bei Crafts, wie bei meinen Untersuchungen stieg die Temperatur der Erhitzung nicht über 360°. Es schien aber mit Rücksicht auf die Verwendbarkeit der Quecksilberthermometer in noch höheren Temperaturen rathsam, die Versuche weiter auszudehnen.

Die hierbei benutzten Thermometer sind von Herrn R. Fuess aus Jenaer Glas angefertigt und haben die Form von Einschlussthermometern, bei denen das Ende der Kapillare in eine Erweiterung ausläuft. Die Grösse der Erweiterung ist so gewählt, dass der Druck des eingeschlossenen Stickstoffs bei 450° mehr als 4,5 Atmosphären beträgt. Da der Siedepunkt des Quecksilbers unter 4,5 Atmosphären Druck bei etwa 450° liegt, so können die Thermometer bis über diese Temperatur hinaus erhitzt werden, ohne dass das Quecksilber in Sieden geräth. Will man bei Verfertigung solcher Thermometer die Grösse der anzubringenden Erweiterung im Voraus feststellen, so hat man nur in Betracht zu ziehen, dass die mit Stick-



stoff gefüllten Räume im umgekehrten Verhältniss zu den für dieselben geforderten Drucken stehen. Z. B. berechnet sich die Grösse der Erweiterung für ein Thermometer, dessen Skale bis 450° reichen soll, unter der Voraussetzung, dass es bei etwa 20° unter Atmosphärendruck mit Stickstoff gefüllt wird, aus folgender Gleichung:

$$(430 + n) : n = 4{,}5 : 1\,,$$

worin n die Grösse der Erweiterung, vom Ende der Theilung aus gerechnet, in Graden angiebt. Für dieselbe findet man im vorliegenden Falle 123°.

Bei den nachstehend mitgetheilten Versuchen kamen 5 Thermometer mit den Bezeichnungen Nr. 279, 281, 282, 283 und 284 zur Verwendung, von denen eines mit Eispunkt versehen ist, während bei den übrigen die Theilung etwas unterhalb 100° anfängt.

Die Versuche begannen damit, dass man die beiden Thermometer Nr. 281 und 282 nach und nach höheren Temperaturen bis zu 475°, aber jedesmal nur für kurze Zeit aussetzte; es zeigte sich schon nach einer 5 Minuten andauernden Erhitzung auf 400° eine erhebliche Standänderung, die mit steigender Temperatur rasch zunahm, wie die Zahlen der nachfolgenden Zusammenstellung erkennen lassen.

Art der Behandlung.	Nr. 281. Lage des Eispunkts	Nr. 282. Lage des korrigirten Siedepunkts.
Vor der Erhitzung	0,0° [1])	100,0°
Nach 5 Minuten andauernder Erhitzung auf 100°	0,0	—
„ 5 „ „ „ „ 200	0,0	—
„ 5 „ „ „ „ 300	— 0,1	—
„ 5 „ „ „ „ 400	+ 0,9	100,5
„ 5 „ „ „ „ 450	nicht beob.	103,2
„ 15 „ „ „ „ 475	+ 9,0	109,5

Bei weiteren Erhitzungen auf 420 bis 460° hob sich der Eis- bezw. Siedepunkt auch fernerhin, jedoch in der Weise, dass der Einfluss der Erhitzungsdauer stetig abnahm, wie aus der folgenden Uebersicht hervorgeht.

Art der Behandlung.	Nr. 281 Lage des Eispunkts.	Aenderung	Nr. 282 Lage des korrigirten Siedepunkts.	Aenderung
Nach 1 Stunde andauernder Erhitzung auf 420°	+ 11,1°		112,0°	
„ 3/4 „ „ „ „ 460	+ 15,8	+ 4,7°	116,2	+ 4,2°
„ 1 1/4 „ „ „ „ 460	+ 19,9	+ 4,1	120,2	+ 4,0
„ 1 1/4 „ „ „ „ 420	+ 20,3	+ 0,4	120,8	+ 0,6
„ 1 3/4 „ „ „ „ 420	+ 20,7	+ 0,4	121,1	+ 0,3

Beide Thermometer wurden dann schadhaft, so dass weitere Versuche mit ihnen nicht angestellt werden konnten. Beiläufig ist zu bemerken, dass der Fundamentalabstand bei dem Thermometer Nr. 281, welcher anfänglich 99,9° betrug, schliesslich auf 100,4° angewachsen war, mithin eine Vergrösserung von 0,5% erfahren hatte.

Die anderen 3 Thermometer wurden ähnlich behandelt und zeigten schliesslich die nachstehenden Siedepunkte:

Nr. 279	Nr. 283	Nr. 284
122,0°	123,2°	120,4°

[1]) Das Thermometer Nr. 281 war Tags zuvor auf 211° erhitzt worden, weshalb bei späteren Erwärmungen bis zu 200° eine Depression des Eispunktes nicht hervortrat.

Nun wurden diese Thermometer vier Stunden lang auf ungefähr 500° [1]) erhitzt, was eine erhebliche Erniedrigung der Siedepunkte bewirkte. Diese Erniedrigung könnte als Depression im Sinne der Eispunktsdepression aufgefasst werden, allein dann hätte sie bei späteren Erhitzungen auf 450° zum grössten Theil wieder verschwinden müssen, was jedoch nicht geschah. Sie darf daher wohl als Folge eingetretener Erweichung des Glases und der durch den starken Innendruck alsdann hervorgerufenen Ausweitung der Quecksilbergefässe betrachtet werden. Die Siedepunkte lagen nach der Erhitzung auf 500° bei

101,0° 104,6° 106,2°

Weitere Erhitzungen in Temperaturen zwischen 400 und 450° hatten zwar wieder Erhebungen der Siedepunkte zur Folge, allein dieselben fielen bedeutend kleiner als bei der ersten Erhitzung aus; schliesslich wurden durch Erhitzungen auf 400 bis 450° Aenderungen der Siedepunkte nicht mehr hervorgerufen. Die nachfolgende Zusammenstellung enthält die bezüglichen Beobachtungen:

Art der Behandlung.	Lage der korrigirten Siedepunkte		
	Nr. 279	Nr. 283	Nr. 284
12. Juli 1889. Nach Erhitzung auf 500°	101,0°	104,6°	106,2°
15. „ „ „ 9 stündiger Erhitzung auf 450	103,2	105,9	108,1
20. „ „ „ 18 „ „ „ 450	104,4	106,6	108,9
22. „ „ „ 5 „ „ „ 450	104,4	106,6	109,1
23. „ „ „ 4 „ „ „ 400	104,5	Nr. 283 wurde schadhaft.	109,1
25. „ „ „ 12 „ „ „ 420	104,4		109,0
4. Sept. „ Die Instr. sind inzwischen in Ruhe verblieben	104,4	—	108,9
6. „ „ Nach 8 stündiger Erhitzung auf 450	104,4	—	109,1

Hiermit scheint also erwiesen zu sein, dass die Standänderungen auch für Temperaturen bis 450° durch andauerndes Erhitzen schliesslich ein Maximum erreichen. Man kann demnach mit Stickstoff gefüllte Quecksilberthermometer aus Jenaer Glas unbedenklich zu Temperaturmessungen bis 450° verwenden, wenn man sie vorher durch andauernde Erhitzungen gegen Standänderungen geschützt hat. Die Erhitzungen bei den vorstehend mitgetheilten Versuchen wurden im Luftbade, später in geschmolzenem Salpeter, welcher sich in emaillirten Gefässen befand, vorgenommen; hierbei hat sich eine Mischung von Kali- und Natronsalpeter (in gleichen Theilen) als besonders brauchbar erwiesen. Der Schmelzpunkt dieser Mischung liegt bei etwa 230°, sie ist also ziemlich leicht flüssig und zieht sich beim Erstarren stark zusammen, so dass das feste Salz nach dem Erkalten in einem zusammenhängenden Block leicht aus dem Gefäss herausgenommen werden kann.

Ferner mag nicht unerwähnt bleiben, dass die andauernden hohen Erhitzungen ein theilweises Erweichen der Milchglasskalen verursacht haben, indem der untere Theil derselben sich nach dem Erkalten der Thermometer stark gekrümmt zeigte. Auch war die Schwärze der Theilung vollständig verschwunden, so dass das Ablesen der Grade fast unmöglich geworden war. Um diesen Uebelständen abzuhelfen, werden jetzt auf Vorschlag des Herrn R. Schwirkus an Stelle der Skalen aus Milchglas solche aus Spiegelglas mit aufgeätzten Strichen

[1]) Die Temperatur wurde durch den Schmelzpunkt des Bleichlorids bestimmt, der nach Carnelley's Messungen bei 500° liegen soll.



benutzt, was sich gut bewährt. Auch empfiehlt es sich, die Konstruktion der Thermometer für hohe Temperaturen so einfach wie möglich zu gestalten und in diesem Falle von der sonst so bewährten Fuess'schen Skalenbefestigung Abstand zu nehmen, da die eingeschmolzenen Becher bei hohen Temperaturen die Spannungen in den Glastheilen erhöhen.

Neuere Kompassrosen, ihre Entwicklung, Grundzüge und Prüfung für den Gebrauchswerth auf See.

Von
Seeschiffer **A. Schück** in Hamburg.

Der Name Kompassrose wird sowohl auf das ganze System, d. h. die Zusammensetzung von Rosenblatt, Hütchen, Trägern der Magnetstäbe und diese selbst angewendet, als auch nur auf das Rosenblatt, auf welchem die Eintheilung des Kreises angebracht ist. Eine Uebersicht über die Entwicklung des letzteren erscheint an anderer Stelle; hier will ich die neueren Formen der Zusammensetzung zeigen, die geschichtliche Entwicklung aber nur soweit streifen, als zur Beurtheilung des Fortschrittes in neuerer Zeit und der verschiedenen Ausführungsweisen nöthig ist.

Wallis 1702 und Breusing 1869 haben mit Recht darauf hingewiesen, dass erst die Benutzung einer Pinne oder Stütze zum Auflegen des Magneten und dessen Verbindung mit einer auf bestimmte Weise getheilten Scheibe, dem Magneten vollen Werth für die Seefahrt gegeben hat. Durch Raimundus Lullius wissen wir, dass schon zwischen 1269 und 1300 die Grundzüge der jetzigen Theilung des (Kompass-) Rosenblattes bekannt waren, doch folgere ich nicht wie d'Avezac, dass sich die Bezeichnung *Stella maris* auf die Verbindung einer so getheilten Scheibe mit dem Magneten bezieht; die Benutzung der Pinne (statt der Axe) und der mit dem Magnetstabe verbundenen Scheibe ist von Libri erst um 1385 zweifellos nachgewiesen. Nach meiner Ansicht ist schon 1375 im sogenannten katalanischen Atlas die Verbindung des Magneten mit dem Rosenblatt dargestellt, da ich in der diesem Atlas entnommenen Fig. 1[1]) die hut- oder spateläahnliche Figur am Nordende für die schlechte Ausführung eines dreieckigen Magneten halte; ein zwingender Beweisgrund ist hierfür allerdings nicht vorhanden. Jene von Libri zuerst gebrachte, wenn auch oberflächliche Beschreibung der Kompassrose durch Bartolo da Buti um 1385 würde allein schon ein Beweis dafür sein, dass wir im Atlas des Andrea Bianca vom Jahre 1436 (Fig. 2) und in den Karten älterer Karto-

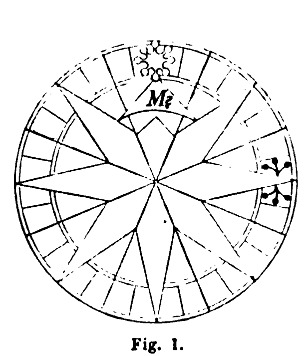


Fig. 1.

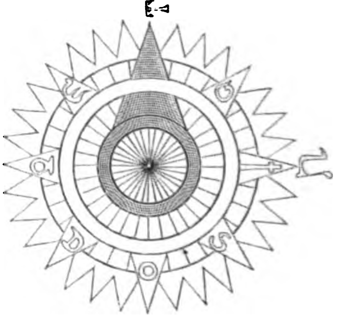


Fig. 2.

[1]) In allen Figuren bedeutet: *A* Glimmer mit Papier überzogen; A_1 Papierblatt, A_2 geölte Leinwand, *Al.* Aluminiumring oder -steg, *H* Hütchen (Dobben), *M* Magnetstab, *P* Papierhülse, *S* Seidenfaden, *h* Holz, *m* Messingsteg oder -flansch mit Schrauben, *mf* Messingspiralfeder, *mg* Messingring, *mr* Messingröhre, *s* Einschnitt in das Papierblatt.

graphen genaue Abbildungen der Vereinigung von Magnet und Rosenblatt haben, aber die Abbildung der 1532 von Giovanno Quintino gesehenen Rose (Fig. 3) ist ein anderer noch zwingenderer Beweis.[1]) Die lange Spitze in Fig. 2 bedeutet also nicht das Hervorheben des Nordstrichs, sondern die Abbildung des Kompassmagneten; der daran befindliche Ring ist das Auge oder Oehr desselben, durch welches man das Hütchen (den Dobben) schob und wodurch er einer damaligen Nadel ähnlich wurde. Diese Abbildungen rechtfertigen nicht allein den Namen *acus*=Nadel, Dorn (einer Schnalle) sondern auch die Bezeichnung „Zünglein", *lingula* (ähnlich dem einer Waage). Der zweite Ring in Fig. 2 wird vielleicht einen Messingring bezeichnen, welcher das Papier des Rosenblattes stützen sollte. Der Zweck, mit möglichst wenig Kosten das Rosenblatt zu stützen, war zweifellos eine der Ursachen zur Form der beiden Magnete, die in der Mitte des 16. Jahrhunderts auftraten, die man aber auch aus einem Draht herstellte bezw. wieder in einem Stück vereinigte, wie Fig. 4 und 5 zeigt; doch ist vielleicht schon damals noch eine andre, bald zu erwähnende Absicht mit diesen verbunden gewesen. — Jedenfalls mussten Kompassrosen mit Magneten der Herstellungsweise der Fig. 1 bis 6 grosse Fehlerquellen enthalten. Die einseitigen oder radialen Magnete, auch andere jedenfalls Ende des 16. Jahrhunderts gebräuchliche, hat man thatsächlich bis in die neueste Zeit benutzt; vielleicht sind solche noch im Gebrauch; am 5. März dieses Jahres erhielt ich vom hiesigen Mechaniker und Optiker Herrn B. Bromander mehrere alte Kompassmagnete, darunter vier radiale, die er vor und seit höchstens 9 Jahren aus Rosen entfernt hatte, welche ihm zur Ausbesserung übergeben waren; fast alle hat Herr Navigationsschuldirektor Engel für die Kgl. Nav.-Schule in Altona angekauft; zu einer radialen habe ich ein alterthümliches Blatt angefertigt und sie mit anderen Kompass-Alterthümern (auch einem Magnet wie Fig. 5) dem hiesigen Museum für Alterthümer übergeben.

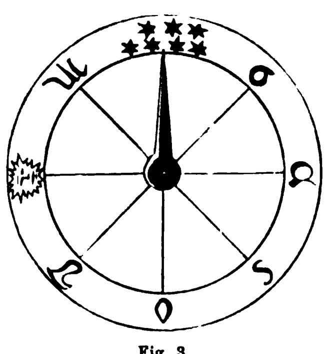


Fig. 3.

Fig. 4.

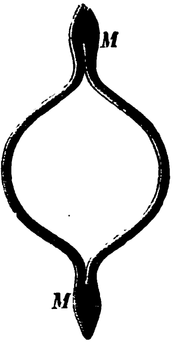


Fig. 5.

Betrachtet man als ersten Schritt zur Verbesserung eines Instrumentes die Erforschung seiner Fehlerquellen, so findet sich diese für den Kompass im Ganzen zuerst erwähnt bei Piedro de Medina 1545; fordert man als zweiten Schritt die Erwägung, in welchem Verhältniss die einzelnen Theile zu einander zu stehen haben und welche Maassverhältnisse überhaupt anwendbar sind, so finde ich dies für die Kompassrose erst 1661 von Perfall und Riccioli, 1732 von Joseph Harris angeregt. Leider kann ich die Ansichten dieser Männer hier nicht eingehend vorführen, sondern muss mich auf eine kurze Uebersicht beschränken. Perfall wollte nicht mehr und nicht weniger Magnetismus verwendet haben, als zur guten Einstellung in den magnetischen Meridian nöthig ist, weil sonst die Rose

[1]) Diese Rosen erklären auch die Aeusserungen älterer Schriftsteller, dass die Seefahrer das Norden des Steines gebrauchen, — der Winkel, die Ecke (*angulus*) nach Norden zeige, — es zwei *Tramontana* gäbe, eines im Norden, eines im Süden, nach welchen die Nadeln zeigen, so dass dadurch die Seefahrer irre geführt werden können; denn von solcher Nadel zeigte die Spitze nur nach Norden, oder nur nach Süden, je nachdem sie gestrichen wurde, ebenso ein „Winkel" des Dreiecks!

beim Schwingen unruhig würde; er will deshalb zwei kurze Magnete in dem verlängerten Durchmesser eines aus unmagnetischem Metall gefertigten Ringes anbringen; Riccioli fügt hinzu, man solle zur Erzielung möglichst geringen Gewichtes aus dem Innern des Blattes alle überflüssigen Theile herausschneiden, Fig. 6.

Harris wollte den geeignetsten Durchmesser und das geeignetste Gewicht sowohl der Magnetnadel als des Rosenblattes und das Verhältniss der beiden zu einander erprobt wissen, wobei er der Meinung war, der Durchmesser des letzteren solle 6 *engl. Zoll* (15,2 *cm*) nicht übersteigen. Indess ging er andererseits nicht weit genug; er hielt noch immer ein gewisses Gewicht für nöthig, den Bewegungen des Schiffes zu widerstehen, während das Gewicht der Kompassrose durch die Reibung am Berührungspunkte sie zwingt, an den Bewegungen des Schiffes theilzunehmen, ferner fand er die vorhandenen Kompassrosen für den gewöhnlichen Gebrauch ausreichend. Ungefähr 18 Jahre später zeigte sich, dass dies nicht der Fall war; wir erfahren jedoch 1750 durch Gowin Knight, dass die Mechaniker die Magnetnadeln nach dem Ende hin breiter machten als in der Mitte und spitz auslaufen liessen, damit sie zentralen Stössen besser widerstehen und langsamer schwingen könnten. Fig. 7 zeigt solche Nadel, ebenso die Fig. 8, 9 und 10 später angewendete Formen, welche wohl noch jetzt vielfach im Gebrauch sind; Fig. 9 benutzte Scoresby; sie alle wie auch die gleich Fig. 4 u. 5 gehören zu den Magnetnadeln, die am Ende breitere Dimensionen haben. In dem D.-R.-P. No. 23503 vom Jahre 1882 werden solche Nadeln als neue Erfindung angesehen. — G. Knight wollte Besseres erreichen, indem er (vgl. Fig. 11) einen geraden Magnetstab verwendete, den er oben auf das Hütchen und das Rosenblatt legte; letzteres fertigte er nur aus Papier, welches durch einen, im rechten Winkel gebogenen Messingrand gespannt blieb, der auch das grössere Randgewicht ergab, das andere Mechaniker mittels des Magnetstabes selbst erreichten. Die Schwerpunktslage wurde durch auf Drähten dd verschiebbare Gewichte S justirt. Diese Rose wurde vom Mechaniker Smeaton ausgeführt; sie war naturgemäss sehr schwer, ist aber mit einigen Aenderungen noch jetzt im Gebrauch. Im Jahre 1750 beginnen also eingehendere, wissenschaftlich zu nennende Versuche in Bezug auf Herstellung guter Kompassrosen und guter Magnetnadeln.

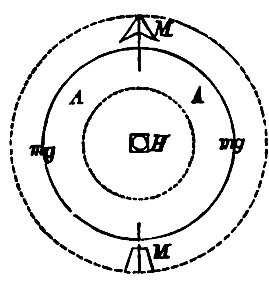


Fig. 6.

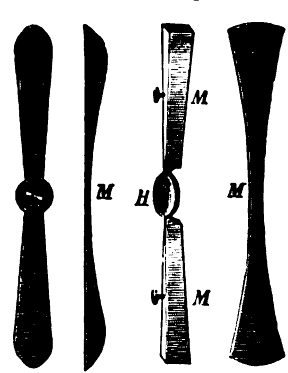


Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

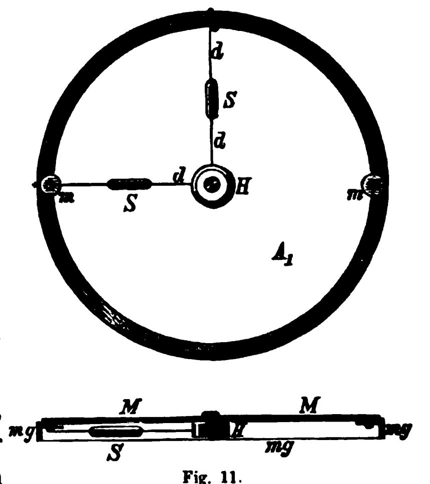


Fig. 11.

Der erste, von welchem hervorragende Leistungen auf unserem Gebiete zu verzeichnen sind, ist der Kopenhagener Professor Christian Carl Lous; leider fusste er nur auf empirischen Versuchen, ohne den theoretischen Beweis zu erbringen. Ferner ging er bei Uebertragung seiner Versuche in den praktischen Gebrauch von einer falschen Annahme aus; er benutzte ungeeigeten

Pinnen und Steine, auch waren seine Kompassrosen noch zu schwer; dennoch ist anzuerkennen, dass dieselben für jene Zeit eine vorzügliche Leistung waren und er auf dem richtigen Weg zur Erreichung des Zieles sich befand. Hauptsächlich wiesen seine in den Jahren 1760 bis 1772 angestellten Versuche darauf hin, dass für eine bestimmte Kompassrose bei Vermehrung der Anzahl gleich grosser Magnetstäbe, die magnetische Kraft nicht proportional zunimmt, — ein Magnetstab auch als Hebel zu betrachten ist, bei dem die Pole die Belastungspunkte sind, — Schwingungsanzahl und Schwingungsweite vom Gewicht insoweit abhängt, als Reibung in Betracht kommt; besonders beachtenswerth ist, dass er eine bestimmte Schwingungsdauer in Betracht zog und das Verhalten von Magnetstäben prüfte, die kürzer sind als ein gegebener, aber durch Ansätze aus nicht magnetischem Material ebenso lang wie jener gemacht werden; dies sind zwei für die neueren Rosen wichtige Dinge. Fig. 12 zeigt seine Rose; das Blatt ist dünnes, mit Papier beklebtes Marienglas; er benutzte 4 dünne, zylindrische, gut gehärtete Magnetstäbe, welche durch zwei Messingträger geschoben waren; diese und die Stäbe waren an den Enden mit umschliessendem Papier an die Unterseite des Blattes geklebt. Seiner Ansicht, die Schwingungsdauer müsse kürzer sein wie die des Schiffes, auch werde sie nicht durch Reibung beeinflusst, ist nicht unbedingt beizustimmen, erstere ist sogar bis in neuere Zeit der Entwicklung der Kompassrose nachtheilig gewesen, aber die Güte und das Verdienst seiner Versuche wird dadurch nicht beeinträchtigt.

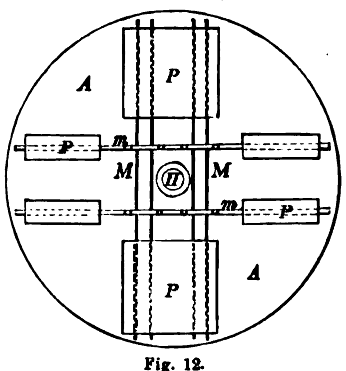


Fig. 12.

Für das Jahr 1777 setzte die französische Akademie der Wissenschaften einen Preis aus für die beste Lösung der Aufgabe: „Untersuchungen über die beste Herstellungsweise von Magnetstäben, sie schwebend zu erhalten, Gewissheit zu erlangen, dass sie sich in den magnetischen Meridian eingestellt haben, endlich den Grund ihrer regelmässigen täglichen Schwankungen anzugeben.“ Lous scheint diese Aufforderung nicht gekannt zu haben. Den Preis erhielt der holländische Professor van Swinden; die nächstbeste Arbeit (vom französischen Ingenieur-Offizier Coulomb) ist glücklicherweise ebenfalls veröffentlicht. — Nachdem Lous eine Begutachtung der Arbeit Coulomb's gelesen, schrieb er: „Es freut mich, dass die Pariser Akademie der Wissenschaften durch Annahme und Anerkennung dieser Preisschrift, ohne es zu wissen, gleichzeitig dieselbe Theorie und dieselben Regeln bekräftigte, die ich schon seit 10 Jahren veröffentlicht habe.“ Weit mehr noch sind in der preisgekrönten Arbeit van Swinden's die Lous'schen Versuche Schritt für Schritt erwähnt, geprüft, erweitert und mathematisch bewiesen. Van Swinden's Rath, die von ihm ausgeführten Versuche zu wiederholen und den so erhaltenen Probelamellen entsprechend alle anderen anzufertigen, können die Mechaniker nicht befolgen, weil ihnen die Zeit dafür fehlt und weil ohnedies jede einzelne Gebrauchslamelle vor ihrer Verwendung wiederholte Prüfung erfordert.

Die verschiedenen Versuche über die Maassverhältnisse der Kompassmagnete fasste Professor Horner 1826 dahin zusammen: „Die Breite der Nadeln muss etwa $1/40$ ihrer Länge betragen, ihre Dicke mag etwa $1/4$ ihrer Breite halten.“ Mit gutem Stahl kann ein geschickter Arbeiter sie schmäler und dünner liefern; die Aufgabe ist leicht so zu bezeichnen: „die Lamellen sind innerhalb der Grössen

zu halten, bei denen für gewöhnliche Ablenkungsversuche die Zunahme an Magnetismus in gleichem Verhältniss steht zur Zunahme am Gewicht des verwendeten Stahles; die Härte jeder Lamelle soll der Glashärte möglichst nahe kommen." Die Ausführung ist jedoch nicht so leicht und wird sehr verschieden ausfallen.

Auf die besondere Verwendung der Magnetstäbe zu Schiffskompassen hatte sich die Aufgabe der Pariser Akademie nicht erstreckt, und die van Swinden'sche Lösung hatte daher die Feststellung des von Harris gewünschten Verhältnisses nicht in's Auge gefasst. Die nach 1777 beginnenden und bis 1815 anhaltenden kriegerischen Zeiten waren nicht günstig für diese Forschungen; später hat man sie entweder nicht kennen wollen, oder sich vielleicht gescheut, derartig gegen das Bestehende vorzugehen, wie es jene Arbeiten eigentlich verlangten. Nur Rückschritte sind zu verzeichnen; selbst als die Verwendung von Eisen zum Schiffsbau in den Vordergrund trat, zog man die Arbeiten von Lous, van Swinden und Coulomb entweder gar nicht in Betracht, oder nur so wenig, dass man die Namen jener Männer zu nennen nicht für nöthig hielt. Grossbritannien setzte Ende 1854 das *Liverpool Compass Committee* ein, das viel Gutes erzielt hat, aber den Bau der Kompasse wenig beeinflusste. Capt. Evans von der britischen Marine streifte die Frage von Harris nach dem richtigen Verhältniss zwischen Magnetstäben und Kompassrosenblatt insofern, als er (wie Harris) die Ansicht aussprach, es sei unnöthig, die für Schiffskompasse bestimmten Magnetstäbe länger als 6 *engl. Zoll* (15,2 *cm*) zu fertigen, wenn man auch das Blatt selbst grösser machen könne. Das Beste zu jener Zeit im Bau der Kompassrose geleistete ist die Berechnung Sir Archibald Smith's, wie die Magnetstäbe zu liegen haben, sowohl in Bezug auf Beibehaltung der Horizontallage des Rosenblattes als in Bezug auf die durch Hilfsmagnete zu bewirkende Beseitigung örtlicher Ablenkung (d. h. ersteres wenn die Länge der Kompassmagnete gleich ist einer Sehne des Rosenblattes und das Gewicht des Rosengerippes und -blattes gegen das Gewicht der Magnete gering ist).

Der Hauptübelstand, welcher, abgesehen von schlechter Arbeit, Klagen veranlasste, war Mangel an Einstellungsfähigkeit in den magnetischen Meridian, der sich in beiden Extremen äusserte. Bei Bewegungen des Schiffes beschrieben die Kompassrosen viel grösseren Drehungswinkel als das Schiff; sie waren unruhig und zuweilen drehten sie sich im Kreise; bei ruhig liegendem Schiff konnte man sehen, dass sie mehrere Grad Einstellungsfehler hatten, denn sobald man an den Kessel stiess oder ihn in Schwankungen versetzte, bewegten sie sich weiter, aber man wusste nie, ob der Nord-Südstrich wirklich im magnetischen Meridian lag. Letzteres war die Folge der raschen Abnutzung von Pinne und Stein durch das grosse Gewicht der Kompassrose; der grösste Fehler der von mir gebrauchten Kompasse, dessen ich mich erinnere, betrug 9°, es sollen jedoch noch grössere Beträge bemerkt worden sein.

Wie schon erwähnt, hatten die Mechaniker seit der Mitte des 16. Jahrhunderts geglaubt, die Rosen ruhiger zu machen, indem sie den Magnetstäben am Ende grössere Dimensionen gaben und durch geschweifte Form der Stäbe den Schwerkreis dem Rande näher brachten, als es durch zwei grade Stäbe erreichbar war. In neuerer Zeit gingen nach dieser Richtung am weitesten Postel Vinay und Duchemin. — Postel Vinay stellte 1868 in Havre Kompasse aus, bei deren Rosen die Magnete Kreisbögen waren, die nahe der Peripherie lagen und deren Enden an jeder Seite von der Nord-Südlinie um 30° abstanden; (an dem

Vollkreise fehlten zwei sich diametral gegenüberstehende, durch die Nord-Südlinie halbirte Bögen von je 60°) den Zwischenraum füllte er mit Kupferbögen aus und so blieb das Gewicht gleichmässig vertheilt. In Deutschland ist dies Verfahren in übertriebener Weise nachgeahmt worden, indem man 4 bis 7 Lamellen in konzentrischen Kreisbögen anbrachte. Duchemin fertigte 1873 magnetisirte Stahlscheiben als Kompassrosen. — Auf diese Weise erreicht man jedoch nur langsamere Bewegungen; die Neigung, in Schwingung zu bleiben, hebt man nicht auf.

In gewisser Beziehung kann hierher auch gerechnet werden die 1860 von der britischen Admiralität angenommene Rose mit 4 Magneten (Fig. 13), mit 4 auf hoher Kante d. h. auf ihrer schmalsten Seite stehenden Magnetstäben (Doppellamellen), von denen je zwei symmetrisch zu der Nord-Südlinie so liegen, dass der Zentrumwinkel nach den Polen des inneren Paares 30°, der nach den Polen des äusseren Paares 90° beträgt (Archibald Smith), was der Berichtigung der Deviation entspräche, wenn die Länge der Nadeln verschwindend klein wäre gegen die Entfernung ihrer Pole von denen der zur Berichtigung verwendeten Magnete. Bei dieser Rose liegt der Schwerkreis näher am Rande als bei einer Rose mit nur einem gleichmässig breiten Magnetstab; sie ist unter dem Namen *Normalrose* von Herrn Prof. Dr. Neumayer bezw. der deutschen Seewarte in Deutschland eingeführt. Die Handelsschiffe führten sie nicht in der umlegbaren Form, welche für Seegebrauch keine Berechtigung hat; denn mit dem Umlegen einer Vereinigung von Magneten, die auf der Pinne benutzt werden soll, sind unvermeidliche Fehler verbunden und wenn diese gegen den Kollimationsfehler der Rose verschwinden, so sollte letztere lieber nicht benutzt werden.

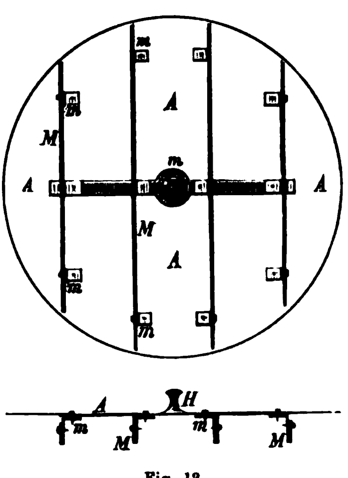


Fig. 13.

Fig. 14 ist eine Form, die wohl nur noch selten im Gebrauch ist, dagegen dürften Rosen von 25,4 *cm* Durchmesser, die statt 2 Paaren von 3 Lamellen, 2 Paaren von 2 Lamellen und 2 Paaren von je 1 Lamelle, nur 3 Paare von je 1 Lamelle haben, auch auf deutschen, in England gebauten Schiffen noch vielfach in Gebrauch sein.

Der i. J. 1873 erfolgte Tod Archibald Smith's hat gewissermaassen veranlasst, den richtigen Weg zum Bau guter Kompassrosen zu wählen. Die Royal Society in London beauftragte Sir Wm. Thomson mit der Ausarbeitung einer Darstellung des Lebens des Verstorbenen, sowie dessen Arbeiten über den Schiffskompass und Schiffsmagnetismus. Da der Besitz eines Vergnügungsfahrzeuges Thomson wohl Gelegenheit gegeben hatte, die Unvollkommenheit der als beste gelieferten Kompasse kennen zu lernen, er auch fand, dass kein einziges der ihm bekannten Kompass-Magnetsysteme den Anforderungen entsprach, nach denen man örtliche Ablenkung des Schiffskompasses beseitigen konnte, so begann er der

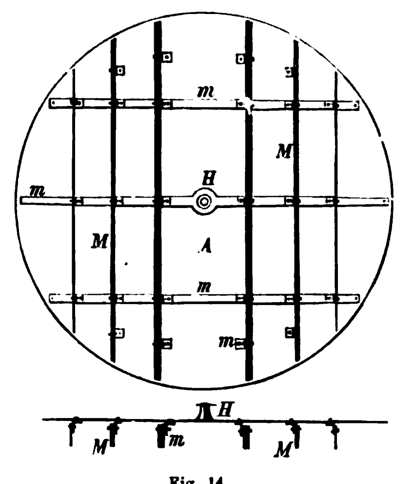


Fig. 14.

Sache näher zu treten und nach drei Jahren, also 1876, war es ihm geglückt, eine Kompassrose herzustellen, welche als bahnbrechend bezeichnet werden muss. Schon 1874, bei einem Vortrage vor der *British Association* in Belfast, hatte Sir Wm. Thomson sich dahin geäussert: „Kein zulässiger Betrag von zähem (*viscous*) Widerstand, kann den Krängungs- (Neigungs-, Roll-) Fehler für täglichen Gebrauch klein genug machen, wenn nicht die (Schwingungs-) Periode des Kompasses von längerer Dauer ist als diejenige der grössten Schwingung, welche das Schiff beim Überholen (Rollen) macht. Möglicherweise mag eine Periode von 15 bis 30 Sekunden für allgemeinen Gebrauch auf See nöthig befunden werden, — es entsteht dadurch die für den täglichen Gebrauch wichtige Frage, wie ist diese Periode am besten zu erreichen, wenn man gleichzeitig Systeme kleiner Kompassmagnete verwendet, wie sie nach Airy's Theorie bei Verwendung auf eisernen Schiffen nöthig sind, um auf allen Kursen die Angaben der Richtung des magnetischen Meridians zu erhalten."

Unter Kompass versteht Thomson hier das System der Kompassrose, d. h. die Vereinigung von Rosenblatt, Hütchen, Verbindung mit den Trägern der Magnetstäbe und diesen selbst. -- Für Kompassrosen mit Magnetstäben von 38 bis 51 *mm* Länge, also mit so kurzen, wie sie Airy's Theorie entsprechen, hatte Paget schon 1868 ein Patent genommen, aber es scheint erst jetzt in Anwendung zu kommen; das Rosensystem ist übrigens dem Thomson'schen nicht gleichwerthig, weil es zu schwer ist. Jedenfalls wendete Thomson 1874 den Maassstab richtig an, mit dem das von Harris 142 Jahre früher verlangte Verhältniss zu messen war. Zum besseren Verständniss dieser Thatsachen empfiehlt es sich, zu prüfen, wie weit Sir Wm. Thomson's unbestreitbare Erkenntniss, dass die Schwingungsdauer der Ruhefaktor der Kompassrose sei, begründet ist und welches die Unruhefaktoren sind, welche die Rose zu überwinden hat.

Das Gewicht des ganzen Kompasses verhindert das kardanische Gehänge, die Bewegungen und Erschütterungen des Schiffskörpers von der Kompassrose abzuhalten; auf diese übertragen sie sich durch die Pinne, um so mehr, je grösser die Berührungsfläche zwischen Rose und Pinne einerseits und der Druck jener auf diese andererseits ist. Bei genau senkrechten Stössen und in einem Behälter ohne Drehbewegungen könnte die Rose nur senkrecht auf und nieder bewegt werden; da die Pinne aber stets etwas schräg steht, mit dem Schiffe dreht, die Masse des letzteren zu gross ist, als dass ihr irgend eine Kompassrose in Folge Vertheilung ihrer Einzelmassen widerstehen könnte, so ist fortwährend Veranlassung, die Nord-Südlinie der Rose aus dem magnetischen Meridian abzulenken. Diese Ablenkungen sind nicht vereinzelt, sondern folgen sich in nahe gleichen Zwischenzeiten; ihre Grösse hängt ab von dem Zusammenwirken 1) des Betrages der Schiffsbewegungen bezw. Erschütterungen, 2) der Dauer derselben, 3) der eigenen Schwungkraft S der Rose, 4) dem Verhältniss, in welchem zu einanderstehen das Produkt $K\,\pi^2$ (*K* Beharrlichkeit der Kompassrose) zu dem Produkt des magnetischen Momentes mit der Horizontalintensität des Erdmagnetismus H, 5) der Reibungswiderstand an der Pinne und am umgebenden Mittel (hier der Luft).

Es sind an Land kenntlich: 3) durch die Grösse der Schwingungsbögen b nach einmaliger Ablenkung der Kompassrose, 4) durch die für die einzelnen Schwingungsbögen gebrauchte Zeit oder die Schwingungsdauer t, 5) durch die Gleichförmigkeit der Schwingungsbewegung, die Abnahme der Schwingungsbögen und den Einstellungsfehler bei der Ruhelage.

1) u. 2) sind die Ursachen der Schwingungen der Kompassrose; — 5) ver-



mittelt die Übertragung der Schiffsunruhe auf die Kompassrose, wirkt aber bis zu gewissem Betrage auch gegen 3), muss jedoch, um den Einstellungsfehler möglichst klein zu halten, auch möglichst klein sein; — 3) lässt auf jeden einmal erhaltenen Antrieb zu Schwingungen die Rose so lange schwingen, bis 3) durch 5) überwunden ist, 3) d. h. die eigene Schwungkraft der Rose ist also der in ihr selbst liegende Unruhefaktor; die Wirkung von 4) ist folgende:

So lange die Stahlstäbe der Kompassrose nicht magnetisirt sind, ist sie eine mit jenen Stäben und Zubehör belastete Scheibe, welche im Mittelpunkt unterstützt ist, sich daher um diesen Mittelpunkt in horizontaler Richtung drehen kann, und zwar mit einer Geschwindigkeit, welche (von Reibung abgesehen) im Verhältniss zur Kraft des Stosses und ihrer Beharrlichkeit steht. Sobald die Stahlstäbe durch Magnetisiren zu Magnetstäben werden, erhält die Kompassrose Richtkraft, welche, unter Einwirkung der Horizontalintensität, dem der Rose ertheilten Stosse entgegenwirkt, sie zu periodischen Schwingungen um den magnetischen Meridian zwingt. Vom Augenblick der ersten Umkehr hört die Wirkung des Stosses auf; die Zeit, in welcher die Rose zum magnetischen Meridian zurückkehrt bezw. bis zum nächsten Umkehrpunkte über ihn hinausschwingt, hängt jetzt nur ab von dem oben erwähnten Verhältnisse und zwar in der Weise, dass

$$t^2 = \frac{\pi^2 K}{H M}.$$

Es ist aber nicht zu leugnen, dass diesem Verhältniss entsprechend schon die Zeit beeinflusst war, welche die Rose brauchte, um dem einmaligen Stosse folgend, sich vom magnetischen Meridian bis zum Umkehrpunkt zu drehen, dass ferner ihr Widerstand gegen einen Stoss, der länger anhält als die der Rechnung zu Grunde liegende Zeiteinheit (1 *sek.*), und jeden aus entgegengesetzter Richtung kommenden Stoss, auch jenem Verhältniss entsprechen wird. Hieraus folgt weiter: ist die Zeitdauer der Bewegung der Kompassrose gleich der Zeitdauer der Bewegung des Schiffes, so wird der Bogen, in welchem die Rose sich vom magnetischen Meridian entfernt (ihr Ausschlag), immer grösser, ist jedoch die Zeitdauer der Bewegungen möglichst ungleich, sei es, dass die Bewegung der Kompassrose langsamer oder schneller ist als die des Schiffes bezw. Schiffstheiles, über dem sie sich befindet, so werden möglichst viele Schiffsbewegungen denen der Kompassrose entgegenwirken, d. h. die Kompassrose zum Rückschwingen veranlassen, ehe sie den, ihrer eignen Schwungkraft entsprechenden Schwingungsbogen (ihren Ausschlag) beendet hat. Eine Kompassrose, deren Schwingungsdauer t also sehr ungleichartig ist zur Schwingungsdauer des Schiffes T (genauer wohl $t^2 \lesssim T^2$) wird daher durch die Bewegungen des Schiffes, welche sie aus dem magnetischen Meridian ablenken, auch gezwungen, in nur kleinen Bögen um letzteren zu schwingen und zwar müssen die Bögen um so kleiner werden, je kleiner die Schwungkraft der Rose ist.

Um eine Kompassrose rascher schwingend zu machen als das Schiff, muss man ihren horizontalen Durchmesser kleiner wählen, als für den Schiffsgebrauch vortheilhaft ist. Dies hatte leider Lous nicht erkannt, er begnügte sich nur zu fordern, die Schwingungsdauer der Rose solle kürzer sein als die des Schiffes, damit der Steuerer nicht glaube, das Schiff drehe, wenn nur die Kompassrose dreht; ihrer Grösse und ihrem Gewicht entsprechend, hatten seine Rosen eine zu grosse Schwungkraft, konnten also nicht befriedigen. — Für möglichst geringes Gewicht und Schwungkraft sowohl der Rose als ihres Behälters ist es rathsam, die Kompass-



rose nicht grösser zu machen, als unvermeidlich ist (hierfür genügt ein horizontaler Durchmesser von 20 *cm*).

Die Schwingungsdauer t der Kompassrose ist also ihr Ruhefaktor, aber sie ist nicht allein maassgebend für den Betrag von Ruhe, welchen die Rose den Schiffsbewegungen gegenüberstellt; dieser Betrag, oder die Grösse der Bögen, um welche die Rose in Folge der Schiffsbewegungen sich unvermeidlicher Weise vom Meridian entfernt, hängt von dem Aufstellungsort des Kompasses und dem Verhältniss von t^2 zur Schwungkraft S ab. — Sobald die Einstellungsfähigkeit der Kompassrose auf andere Weise genügend befunden ist, wird der Quotient jenes Verhältnisses zum Anhalt für den Werth der Rose auf See:

$$W = \frac{t^2}{S}.$$

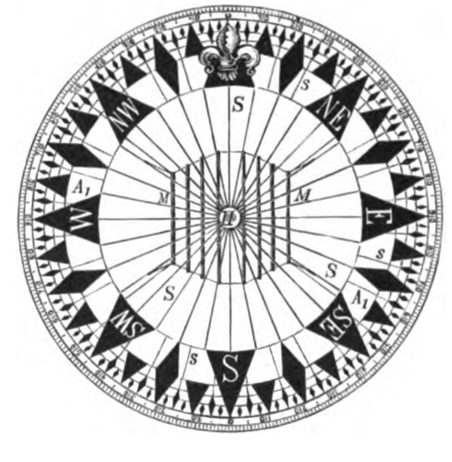
Auf Schiffen über 400 *Tons* wird die Schwingungsdauer zwischen 14 und 20 *Sek.* zu liegen haben; auf Schiffen und an Orten, an denen letztere nicht genügt, sollte man Schwimmkompasse verwenden mit 15 bis 18 *Sek.* Schwingungsdauer.

Diesem Gedankengange zu folgen, ist jetzt nicht schwer, nachdem Sir Wm. Thomson den Weg gewiesen hat und nachdem man in der Werkstatt des Herrn C. Plath in Hamburg Kompassrosen anfertigt, welche die Absicht Thomson's, grösstmögliche Ruhe mit guter Einstellung zu vereinigen, besser erfüllen als die von White in Glasgow gefertigten, welchem Thomson die Ausführung seiner Gedanken übergab. — Insofern ich weiter gegangen bin als Sir Wm. Thomson und mit Bezug auf die späteren Verbesserungen der von ihm gut geheissenen Ausführung, wird man wohl den Ausspruch anwenden können, den man schon 1502 in Bezug auf den Kompass findet: „Die Menschen der Jetztzeit sind so klug einzusehen, dass es leicht sei, Erfindungen etwas hinzuzufügen"; es ist indess nicht immer leicht, auch hat es im vorliegenden Falle viel Studium, Ueberlegung und Versuche erfordert.

1876 brachte Thomson die Frucht seiner Bemühungen an die Oeffentlichkeit, indem er ein Patent auf eine Kompassrose und einen Kompasskessel mit Gehänge nahm; 1879 nahm er ein zweites, welches die Rose nur in weniger bedeutender Richtung einschliesst; er äussert sich über seine Anforderungen an den Kompass: „Nachdem ich drei Jahre (1873 bis 76) mit viel kleineren Kompassmagneten, als bis jetzt gebräuchlich waren, Versuche betrieben hatte, im Laboratorium, in der Werkstatt und auf See, konnte ich eine Kompassrose herstellen, die auf jedem Schiffe, bei jedem Wetter und Seegange den Anforderungen entspricht, ausserdem so kleine Nadeln hat, dass die Airy'sche Methode vollständig zur Anwendung gelangen kann. Durch ausgedehnte Versuche an Bord meiner Yacht und durch Analogien mit der Froude'schen Theorie über die Schlingerbewegungen von Schiffen, kam ich unter Anderem zu dem Schluss, dass die Ruhe einer Kompassrose nicht durch Vermehrung des Gewichtes der Nadeln oder des Rosenblattes, sondern durch Verlängerung der Schwingungsperiode zu erreichen ist. Wo etwa eine Vermehrung der Ruhe durch Vermehrung des Rosengewichtes erzielt wird, liegt der Grund nicht darin, dass die Reibung auf der Pinne vermehrt wird, im Gegentheil, zu grosse Belastung der Pinne und Stumpfheit ihrer Spitze machen die Kompassrose weniger ruhig in See und weniger zuverlässig im Anzeigen von Kursänderungen, als sie sein würde, wenn die Aufhängung der Rose vollkommen reibungslos wäre. Nur soweit durch die Gewichtsvermehrung eine Vergrösserung der Schwingungsperiode erreicht wird, tritt mit derselben mehr Ruhe ein, während

im Uebrigen Vermehrung der Reibung in jeder Weise nachtheilig ist, indem durch grosses Gewicht die Spitze der Pinne nach kurzem Gebrauch auf See abgenutzt, das Hütchen zerkratzt, die Kompassrose also faul wird. Soll eine Gewichtsvermehrung zur Erreichung von Ruhe stattfinden, so muss die Belastung an die Peripherie des Rosenblattes gelegt werden. Ich kam schliesslich zu der Ansicht, dass im Allgemeinen nicht mehr Gewicht des Rosenblattes nöthig ist, als erfordert wird, um dem Rosenblatt Halt zu geben und dass man bei Anwendung genügend kleiner Nadeln nach Airy, die zur Erlangung genügender Ruhe erforderliche Schwingungsperiode erreicht, indem man dem Rosenblatt einen grossen Durchmesser giebt und das zu ihrer Herstellung erforderliche Gewicht so weit als möglich nach der Peripherie legt." (*Ann. d. Hydr. 1880. S. 122 u. 123;* nur habe ich *steady* und *steadiness*, wie schon Jungclaus gethan mit Ruhe übersetzt, und der Angabe Thomson's im *Philos. Mag. 1874* entsprechend statt „Kompass" Kompassrose und statt „Rose" Rosenblatt gesetzt).

Selbstverständlich war Thomson bei seinen Versuchen in hohem Grade von dem Mechaniker abhängig, mit dem er deswegen in Verbindung stand; dieser wollte wieder mit möglichst wenig Kosten möglichst viel erreichen; da in England Adjustirungsarbeiten sehr kostspielig sind, so erklärt es sich, dass Sir Wm. Thomson es für statthaft hält, zur Erzielung genügender Schwingungsdauer das Randgewicht zu vergrössern, womit auch die Schwungkraft der Rose vergrössert wird, während neuerdings in der Werkstätte von C. Plath patentirte Rosen für beliebige Schwingungsdauer mit möglichst wenig Randgewicht, also auch möglichst geringer Schwungkraft gefertigt werden. — Den Grundzug von Thomson's Rose in Plath's Ausführung kann man bezeichnen als Nutzbarmachung des Versuches von Lous, einen Magnetstab zur Erzielung langer Schwingungsdauer durch einen unmagnetischen Stoff zu verlängern. So lange wir nicht im Stande sind, das ganze Rosenblatt einheitlich aus Metall herzustellen und dabei doch allen anderen Ansprüchen zu genügen, so lange kommt das bei Herstellung des Rosenblattes unvermeidliche Gewicht auch unvermeidlich weit nach dem Rande hin.



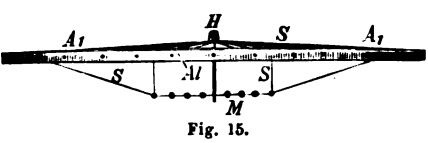


Fig. 15.

Der älteste Name für das Blatt der Kompassrose ist Rad, Rädchen; als solches stellte es auch White, der Mechaniker Thomson's her (Fig. 15). Zum Radkranze und zur Nabe benutzte er Aluminium; dasselbe lässt sich bis jetzt nicht löthen, sobald seine Dicke unter 0,25 *mm* ist, die Vernietung der einzelnen Theile erfordert eine sehr mühsame Arbeit, erhöht also den Preis unverhältnissmässig; deshalb verwendet White zu den Speichen Seidenfäden; um auch beim Hütchen (Dobben) möglichst Arbeit und Gewicht zu sparen, fertigt er es nicht zum Einschrauben, sondern nur zum Einstecken; vom Rosenblatt schneidet er aus der Mitte soviel heraus, als nicht unumgänglich nöthig ist, um die Grad- und Strichtheilung deutlich zu erkennen; damit das Papier durch Formveränderung nicht auch die Form des Aussenrandes ändere, schneidet er es an mehreren Stellen von innen nach aussen ein und

heftet es innen wieder lose zusammen, sowie an die Seidenfäden; um den Schwerkreis des Aluminiumrandes genügend tief zu legen, auch etwaige Einwirkung des Papieres gleichmässiger zu machen, setzt er den äusseren Aluminiumring auf hohe Kante (auf seine schmalste Seite). Der Stein im Hütchen wird vorzüglich konisch ausgebohrt, die nothwendige Abrundung der Konusspitze ist thatsächlich so klein, wie es irgend möglich ist, mit Rücksicht hierauf bewunderungswerth polirt; da der Stein ein ächter Edelstein, Saphir oder Beryll ist, so hält sich auch die Politur sehr lange gut. Die Träger und Verbindungsstege der Magnetstäbe sind ebenfalls Seidenfäden; indem Thomson seit 1879 die äussersten Enden der Stäbe durchbohren, durch diese Löcher die als Stege dienenden Fäden ziehen lässt, beugt er auf sehr einfache, aber sinnreiche Weise dem Uebelstande vor, dass sich die Enden der Stäbe in die Speichenfäden verwickeln. Zu Magnetstäben ist Draht gewählt, dessen kleinste Theilchen vielleicht nicht gleichmässiger geordnet sind als die von Lamellen, der aber leichter, als bei Lamellen möglich, in seiner ganzen Ausdehnung gleichmässig dick herzustellen ist, auch in kleinen Stücken mit Hilfe einer Induktionsspule und Elektrizität leichter gut magnetisirt werden kann als kleine Lamellen. Indem Thomson die Magnetstäbe möglichst nahe der Mitte anbringen lässt, erlangt er eine gleichmässigere Vertheilung des Gewichtes über die ganze Zusammenstellung und bleibt dem Grundsatz der Airy'schen Kompensirung treu, die Magnetstäbe der Rose möglichst weit von den zur Kompensirung verwendeten Magneten und weichen Eisenmassen zu halten.

So gelang es, eine Kompassrose herzustellen, welche ihre Aufgabe soweit erfüllte, wie die vom Mechaniker als zweckmässigste betrachteten Stoffe sie erfüllen konnten. — Sie hatte ein bis dahin für unmöglich gehaltenes geringes Gewicht, folglich ist die Abnutzung von Pinne und Stein gering, bezw. können diese soviel feiner gearbeitet werden, dass bei einer Schwingungsdauer von 18 bis 20 *Sekunden* ungeahnte Ruhe und Sicherheit für andauernde gute Einstellung (der bisherigen schlechten gegenüber) erzielt ist. — Manches an der Rose war längst vorgeschlagen oder theilweise benutzt, aber noch nie war es so zielbewusst geschehen, noch nie war erkannt, wie sehr die Maasse und Gewichte der einzelnen Theile gegeneinander abgewogen werden mussten, noch nie war erkannt, wie wörtlich der Begriff „leicht" zu nehmen sei, welche grosse Hauptsache eine verhältnissmässig lange Schwingungsdauer sei.

(Fortsetzung folgt.)

Referate.

Draper's Thermograph.

*Engineering. 1890. **49**. S. 179.*

Dieser von Dr. D. Draper angegebene Thermograph wird von der *Draper Manufacturing Company* in New York hergestellt. — Die Grundlage des Apparates ist ein Metallthermometer. Als Eigenthümlichkeit der Konstruktion ist hervorzuheben, dass die Aufzeichnung auf einer rotirenden Scheibe erfolgt, wobei man den Uebelstand einer mit der Temperatur veränderlichen Zeitskale mit in den Kauf nehmen muss. Der Thermograph soll ebenso gut für meteorologische Aufzeichnungen, wie zur Verwendung in Hospitälern, Trockenkammern, Bäckereien, Brauereien, Speichern, Gewächshäusern, Gefrierräumen sich eignen. — Es scheint, als ob man den Richard'schen Instrumenten Konkurrenz machen will, was ja an sich ganz berechtigt ist, aber der Grundapparat des Richard'schen Thermographen dürfte doch wohl dem blossen Metallthermometer vorzuziehen sein. (Man vergl. *diese Zeitschr. 1888. S. 213*).

Sp.

Aperiodische Waage.

Von P. Curie. *Journ. de Phys. II.* **9.** *S. 138. 1890.*

Die vorliegende Arbeit giebt die ausführliche Beschreibung einer Waage mit Luftdämpfung und mikrometrischer Ablesung, worüber wir bereits nach einer Mittheilung in den *Compt. Rend.* in *dies. Zeitschr. 1890 S. 34* kurz referirt haben. Zunächst haben wir an dieser Stelle nachzutragen, dass das Prinzip der Luftdämpfung in ganz ähnlicher Weise bereits 1875 von dem um die Vervollkommnung der Wägungseinrichtungen mannigfach verdienten Prof. Arzberger auf analytische Waagen angewendet worden ist. (Vgl. *Liebig's Ann. d. Chemie* **178.** *S. 382. 1875*). Die Dämpfungseinrichtung bestand aus einer am Schalenbügel hängenden vergoldeten Messingscheibe von beiläufig 67 *mm* Durchmesser und 0,5 *mm* Dicke, welche in einem darunter fest angebrachten, unten geschlossenen Zylinder von 68 *mm* lichter Weite hing, so dass ein ringförmiger Zwischenraum von 0,5 *mm* für den Durchgang der Luft frei blieb. Im Boden des Zylinders befand sich eine Oeffnung, die durch Drehung des Zylinders um seine Axe ganz oder theilweise geschlossen werden konnte und so ein Mittel zur Regulirung der Dämpfung bot. Immerhin ist der dynamische Effekt dieser einfachen Anordnung zur Dämpfung der Schwingungen von Waagen geringerer Empfindlichkeit nicht hinreichend.

Betreffs der von Curie beschriebenen Waage haben wir unserem früheren Referat nur hinzuzufügen, dass der Vortheil der durch bedeutende Verringerung der Empfindlichkeit erreichten Unabhängigkeit gegenüber den hohen Anforderungen an die Genauigkeit der Ablesung der Gleichgewichtslage verschwindet; die Ablesung der Ruhelage ist verfeinert, aber ihre Uebereinstimmung mit der statischen Gleichgewichtslage nicht in gleichem Maasse verbürgt. Bezüglich der ausführlich gegebenen Theorie veweisen wir auf die Arbeit selbst. Der Einfluss der Gestalt und Justirung der Schneiden ist sehr kurz behandelt; und damit gewissermaassen der schwächste Punkt der ganzen Einrichtung angedeutet. *P.*

Ein Vorlesungsgalvanometer.

Von Prof. W. Holtz in Greifswald. *Zeitschrift für den physik. u. chem. Unterricht.* **2.** *S. 222. 1889.*

Der Verfasser beschreibt ein Vertikalgalvanometer für Unterrichtszwecke, welches bei grosser Empfindlichkeit und starker Dämpfung erlauben soll, die Ausschläge an einem grossen, abnehmbaren Theilkreis von der Vorder- und Rückseite aus zu beobachten. — In einem rechteckigen Hohlraum von 2 *mm* Weite, welcher aus zwei dicken Kupferplatten gebildet wird, schwingt eine Magnetnadel eines astatischen Paares. Die äusseren Kanten des Kupferkästchens sind halbrund abgenommen zur Aufnahme der Wickelung, welche aus zwei Lagen eines dicken und darüber sechs Lagen eines feinen Drahts besteht. Der zweite Magnet schwingt zur Erzielung einer guten Dämpfung ebenfalls zwischen Kupferplatten. Nach drei bis vier Sekunden kommt der Zeiger auch bei grossen Ausschlägen zur Ruhe. Die stählerne Axe, auf welcher die beiden aus dünnen Stahlstreifchen gefertigten Magnete sitzen, ist horizontal in zwei Stellschrauben gelagert; auf letztere sind zu diesem Zweck Glasstücke mit eingeschliffenen konischen Vertiefungen aufgekittet. Der aus Aluminiumdraht hergestellte Zeiger ist senkrecht zum Nadelpaar mit Hilfe eines Hartgummischeibchens auf der Axe befestigt und wird durch dieselbe in zwei ungleich lange Stücke getheilt; der untere längere Theil behält noch gerade das Uebergewicht, wenn auf den oberen eine Röhre aus sehr dünnem Aluminiumblech geschoben wird. Die auf Karton in Grad, Ampère u. s. w. ausgeführte Theilung kann leicht von dem halbkreisförmigen Blechstreifen, an dem sie befestigt ist, abgenommen werden. Ein Thermoelement von Eisen-Neusilber, dessen eine Löthstelle über einer Spirituslampe erhitzt wird, soll 10° Ausschlag geben. Beim Operiren mit starken Strömen kann die Empfindlichkeit durch leicht anzubringende Nebenschlüsse beliebig verringert werden. *Lck.*



Brennweiten aller Zonen des Objektivs die gleichen sein, oder dass die parallel zur Axe einfallenden Strahlen mit den entsprechenden gebrochenen sich auf einer um den Brennpunkt konzentrischen Kugel schneiden sollen, deren Radius die gemeinsame Brennweite ist.

Wenn alle diese Bedingungen erfüllt sind, so bleiben als Bildfehler zwar noch mehrere andere, von jenen Bedingungen ganz unabhängige bestehen, wie die Krümmung des Bildfeldes, die Verzerrung (Distortion), die chromo-sphärischen Fehler, welche aber für astronomische Instrumente von geringerer Bedeutung und daher in der vorliegenden Abhandlung ausser Acht gelassen sind. Hier handelte es sich nur darum zu zeigen, welch' erheblichen Einfluss die Nichterfüllung der letztbesprochenen (Sinus-) Bedingung auf die Gestalt des Bildes ausser der Axe hat.

Zu diesem Zwecke rechnet Verfasser das Königsberger Heliometerobjektiv für 25, geeignet über seine Fläche vertheilten Strahlen und für Licht mittlerer Wellenlänge, durch und zwar einmal für ein parallel der Axe und dann für ein unter 48′ einfallendes Bündel. Es zeigt sich, dass das zu Grunde gelegte Objektiv für Strahlen von der *Na*-Wellenlänge (also nicht eigentlich für „hellstes“ Licht) sehr wenig sphärisch unterkompensirt ist und dass für die Sinusbedingung, wenn auch nicht erheblich, so doch merklich das Gleiche der Fall ist. Verfasser giebt nun rechnerisch und in graphischer Darstellung die Vertheilung des Lichts in den Bildern des axialen und des 48′ ausser der Axe gelegen gedachten Sterns an, einmal für die Einstellungsebene, in welcher das schärfste axiale Bild liegt, dann für Ebenen, die von ihr um 0‴,175 (= 0,385 *mm*) bezw. 0‴,35 (= 0,77 *mm*) nach der Linse zu liegen.

Das Resultat dieser Untersuchung, welches sich in Worten nur schwer kurz wiedergeben lässt, ist äusserst interessant. Im ersten Falle ist der axiale Bildpunkt ein verschwindendes Scheibchen, der ausseraxiale, — im Hauptschnitt von 30, senkrecht dazu von 18 Mal grösserer Dimension — ist nur noch um erstere Ebene symmetrisch, während er nach der Axe zu eine erheblich grössere Lichtkonzentration zeigt als nach aussen. Der axiale Bildpunkt bleibt auch im zweiten und dritten Falle natürlich rund, wächst aber auf das etwa 11- und 24fache im Durchmesser. Für das ausseraxiale Bild liegen die Schnittpunkte der in den verschiedenen Zonen des Objektivs einfallenden Strahlen auf mehr und mehr verschlungenen Kurven — das Bild würde etwa kreuzförmig —, die Dimensionen des Ganzen aber werden immer geringer und sind im letzten der drei Fälle schon unterhalb derjenigen des axialen Bildpunkts. Die Bildfläche ist eben gekrümmt. Wenn man aber die Form der Kronlinse des zu Grunde gelegten Objektivs so abändert, dass die Sinusbedingung streng erfüllt und zugleich die sphärische Aberration in der Axe aufgehoben ist, so ist das Bild eines ausseraxialen Punkts von regelmässig elliptischer Gestalt in der Einstellungsebene des Axenpunkts, von noch schmalerer elliptischer Form, wenn die Einstellungsebene so gewählt wird, dass das Mittel aus der grossen und kleinen Axe etwa gleich dem Durchmesser des axialen Bildpunktes ist und von ziemlich genau kreisförmiger Gestalt, wenn die Einstellungsebene etwa 0,677 *mm* nach der Linse zu verschoben wird. Der Durchmesser des ausseraxialen Bildes ist dann weniger als halb so gross wie der des axialen, weil eben die Krümmung des Bildfeldes unverändert besteht.

Durch diese Untersuchung wird nach dem zusammenfassenden Urtheil des Verfassers u. A. bewiesen:

„1. Dass auch schon kleine Fehler in der Gleichheit der wahren Brennweiten von Mitte und Rand, wenn der Kugelgestaltfehler gehoben ist, bedeutenden Einfluss auf die Vertheilung des Lichtes im Bildpunkte seitlich der Axe üben, dass es also nothwendig ist, die Konstruktion des Objektivs (Form der Kronglaslinse) ebenso genau zu treffen als die Hebung des Kugelgestaltfehlers, was ohne ganz strenge Rechnung kaum zu erreichen ist.“

„2. Je grösser ein Objektiv ist, um so wichtiger ist es, dass seine Konstruktion eine streng richtige sei, da die Fehler mit dem Maassstabe wachsen, die Empfindlichkeit des beobachtenden Auges aber dieselbe bleibt.“



Ueber ein neues Spektrophotometer.

Von G. Hüfner. *Zeitschr. f. physik. Chemie. 1889.* ***3.*** *S. 562.*

Der Apparat ist eine verbesserte Modifikation des vom Verfasser früher konstruirten und an mehreren Orten beschriebenen und beruht auf der Anwendung des Zoellner'schen Prinzips (Sinusquadratgesetz). Die von einer Lampe ausgehenden und durch eine Linse parallel gemachten Strahlen durchsetzen zuerst das Absorptionskästchen mit Schulz'schem Glaskörper. Sodann tritt der untere Theil des Strahlenbüschels durch einen kleinen Nikol, der obere durch einen Rauchglaskompensator, welcher ihn auf gleiche Helligkeit bringt.

Um diese beiden Strahlenbüschel so in den Spalt zu dirigiren, dass sie in einer scharfen Linie aneinanderstossen — was für die Genauigkeit der Messungen ein wesentliches Erforderniss ist — wurde von dem den Apparat ausführenden Universitätsmechaniker Albrecht in Tübingen folgende höchst einfache und sinnreiche Einrichtung getroffen: In den Weg des Lichts wird ein Parallelepipedon aus Flintglas gestellt, dessen rhombischer Querschnitt vertikal steht. Das Parallelepipedon wirkt jedem der beiden Strahlenbüschel gegenüber wie eine dicke Planplatte, bringt also eine blosse Parallelverschiebung des Büschels hervor, aber für beide Büschel im entgegengesetzten Sinne. Das vorher untere Büschel verlässt also den Glaskörper als oberes und umgekehrt. Durch die dem Kollimator zugewandte scharfe Kante des Körpers wird dann eine ebenso scharfe Abgrenzung der beiden Büschel gegen einander herbeigeführt. Diese Kante steht dem Kollimatorspalt so nahe als möglich. Die Trennungslinie der beiden Büschel wird daher zugleich mit den Fraunhofer'schen Linien deutlich gesehen.

Ein Uebelstand wäre bei dieser Anordnung nur der, dass in Folge der Brechung am Glaskörper — die unter ziemlich grossen Winkeln stattfinden muss, um den gewünschten Effekt zu haben — auch das nicht durch das Nikol getretene Lichtbüschel theilweise polarisirt wird. Hierdurch würde das Resultat natürlich erheblich gefälscht werden. Dem wurde nun auf den Rath von Prof. F. Braun in der Weise abgeholfen, dass der betreffende Glaskörper aus gleichem Glase hergestellt wurde wie das Prisma des Spektralapparates selbst, und so geschliffen wurde, dass die Brechung an ersterem unter gleichen Winkeln geschah wie an letzterem im Minimum der Ablenkung. Da die Einfallsebenen für den Glaskörper und das Dispersionsprisma senkrecht zu einander stehn (erstere vertikal, letztere horizontal) so erfährt das fragliche Strahlenbüschel an dem Dispersionsprisma eine partielle Polarisation von genau gleichem Betrage, aber in entgegengesetztem Sinne wie am Parallelepipedon, verlässt also das Prisma wieder als natürliches Licht.

Der übrige Theil des Apparates bietet nichts Bemerkenswerthes. *Cz.*

Ueber den Einfluss der Objektivkonstruktion auf die Lichtvertheilung in seitlich von der optischen Axe gelegenen Bildpunkten von Sternen bei zweilinsigen Systemen.

Von Dr. Adolf Steinheil. *Sitzungsber. d. K. B. Akad. 1889. S. 341.*

Wenn ein zweilinsiges Objektiv für axiale Bildpunkte vollkommen korrigirt, d. h. die sphärische und chromatische Aberration in der Axe aufgehoben ist, so sind von den Bestimmungsstücken des Systems alle bis auf zwei festgelegt. Von diesen kann und muss bei Objektiven, die in einiger Ausdehnung auch ausserhalb der Axe gute Bilder geben sollen, in der Weise Gebrauch gemacht werden, dass erstens durch geeignete Wahl der Linsendicken die chromatische Differenz der Vergrösserung aufgehoben wird, weil sonst jedes Sternbild in ein Spektrum ausgezogen erscheinen würde. Zweitens muss die — bis dahin willkürlich gebliebene — Form der Vorderlinse so gewählt werden, dass die sphärische Aberration für ausseraxiale Bildpunkte möglichst gehoben ist. Die Bedingung hierfür ist, bei Systemen von relativ kleinem Bildwinkel oder Oeffnungswinkel, d. h. in erster Annäherung, die sogenannte Sinusbedingung von Abbe (Konstanz des Verhältnisses von Höhe eines parallel zur Axe einfallenden Strahls zum Sinus seines Neigungswinkels gegen die Axe nach der Brechung). Dieselbe kommt überein mit derjenigen, dass die wahren



gedreht wird. Bei jeder halben Umdrehung der Kalorimeterkugeln sinkt das Gewicht P ungefähr um 0,5 *mm*. Um nicht genöthigt zu sein, den für die Elektromagnete L und N des Apparates erforderlichen starken Strom O durch die Platinspitzen und den Quecksilberindex des Pyrheliometers zu leiten, bedient sich Angström eines schwachen Neben- oder Hilfsstroms E, der bei jedem Kontakte der einen Platinspitze mit dem Quecksilberindex über S die Schliessung des eigentlichen Hauptstroms mittels des Relais D besorgt. Da die Zeit, welche zwischen zwei Rotationen des Instrumentes verfliesst, umgekehrt proportional der betreffenden Strahlungsstärke ist, also die Zahl der Umdrehungen ihr direkt proportional, so können, nachdem einmal die Konstanten des Aktinographen aus Vergleichungen mit dem absoluten Aktinometer (*diese Zeitschrift 1887, S. 106*) bestimmt sind, ohne Mühe die gewünschten Elemente, also die Sonnenstrahlung, deren täglicher Gang u. s. w. aus der bezüglichen Kurve (Fig. 3) entnommen werden. Die Intensität der Strahlung in einem bestimmten Augenblicke z. B. ist, wie leicht ersichtlich, stets proportional der Tangente an die aufgezeichnete Kurve in dem zugehörigen Punkte. *J. M.*

Neu erschienene Bücher.

Theorie des Potentials und ihre Anwendungen auf Elektrostatik und Magnetismus. Von Émile Mathieu, Professor der Mathematik zu Nancy. Deutsch von H. Maser. Verlag von J. Springer, Berlin 1890. M. 10,00.

Der Verfasser behandelt im ersten Theile des Buchs die Theorie des Potentials eingehender, als man es in den meisten Lehrbüchern über diesen Gegenstand findet; es gilt dies namentlich für die Anwendung der Theorie auf die Anziehung von Körpern, die von Flächen zweiter Ordnung begrenzt sind.

Im zweiten Theil werden Probleme aus dem Gebiet der Elektrostatik und des Magnetismus wesentlich mathematisch diskutirt.

Das Werk dürfte sich zum Studium gut eignen.

F. Marion. L'Optique. 4. Ed. Paris 1890. M. 2,20.

Hydrographisches Amt der Admiralität. Handbuch der nautischen Instrumente. 2. Aufl. Berlin 1890. M. 4,50.

F. Lohmann. Die Fabrikation der Lacke und Firnisse. Berlin 1890. M. 2,50.

Vereins- und Personennachrichten.

Erster Bericht

der vorläufigen Ortskommission Berliner Mechaniker.

Die am 15. und 28. April d. J. gewählte Ortskommission Berliner Mechaniker hat am 2. und 5. Mai Berathungen gepflogen, an welchen sich die nachfolgenden Herren betheiligten: Färber, Haensch, Handke und Krüger als Vertreter der selbständigen Mechaniker, Baecker, Schönemann, Thomae, Trittelwitz und Zoller als Vertreter der Mechanikergehilfen und Direktor Dr. Loewenherz als Obmann. Herr Bamberg war durch Krankheit am Erscheinen verhindert.

Man stellte zunächst fest, dass es Aufgabe der vorläufigen Ortskommission sei, für schleunige Durchführung der Jenaer Beschlüsse in den mechanischen Werkstätten Berlins und seiner Umgegend Sorge zu tragen und im Sinne der in diesen Beschlüssen vorgesehenen Ortsaufsichtskommission bis zum Zusammentritt des zweiten deutschen Mechanikertages in Bremen zu wirken. Nach Annahme der in Jena aufgestellten Vorschläge seitens des Mechanikertages und nach geschehener Wahl einer definitiven Ortsaufsichtskommission für Berlin sollen die Funktionen der vorläufigen Kommission als erloschen angesehen werden.

Von den Jenaer Vorschlägen sind abschliessenden Berathungen nur diejenigen zu

II Punkt 1, 2, 3 und 7 (*Vgl. das vorige Heft dieser Zeitschr. S. 188*) bisher unterzogen worden. Man kam bezüglich derselben zu folgenden Vereinbarungen:

1. Zu II, 1 (Arbeitszeit).

Die regelmässige Arbeitszeit soll nicht mehr als 9 Stunden täglich (ausschliesslich aller Ruhepausen) betragen.

Während die Jenaer Vorschläge die Höchstdauer der Arbeit für ganz Deutschland auf 10 Stunden festsetzen, dies jedoch nur als einen Uebergangszustand ansehen und eine $9^1/_2$ stündige Arbeitszeit für unbedenklich erachten, beweisen die vorgelegten Aeusserungen von 52 Werkstattsinhabern Berlins, dass der grösste Theil derselben schon jetzt eine regelmässige Arbeitsdauer von 9, $9^1/_4$ oder höchstens $9^1/_2$ Stunden eingeführt, oder doch für die Folge in Aussicht genommen hat. Nur in einigen Werkstätten ist noch eine Arbeitszeit von 10 Stunden üblich. Hiernach glauben auch die in der Kommission anwesenden Vertreter der selbständigen Mechaniker, dass die allgemeine Einführung einer neunstündigen Arbeitszeit für Berlin und Umgegend auf Schwierigkeiten nicht stossen werde.

2. Zu II, 2 (Ueberstunden und Sonntagsarbeit).

Ueberstunden und Sonntagsarbeit sind nur ausnahmsweise in dringenden Fällen zulässig, und sind Ueberstunden mit 25 Prozent, Sonntagsarbeit mit 50 Prozent Zuschlag zum regelmässigen Lohn, und zwar auch den Akkordarbeitern, zu vergüten.

In den Jenaer Beschlüssen wird auch für Sonntagsarbeit ein Lohnzuschlag nur von 25 Prozent vorgesehen. Da aber die sämmtlichen Kommissionsmitglieder darin übereinstimmen, dass die Sonntagsarbeit möglichst zu vermeiden ist, so wurde Widerspruch gegen die weitergehenden Forderungen der Gehilfenvertreter nicht erhoben.

Die Bereitwilligkeit der Gehilfen zu Ueberstunden in Fällen dringender Veranlassung darf als Sache der Billigkeit angesehen werden, indessen scheint es nicht angemessen, diese Verpflichtung unter vertragsmässigen Zwang zu stellen, weil über die Dringlichkeit immer nur der Prinzipal einseitig zu befinden hat. Die sämmtlichen Mitglieder der Kommission waren andrerseits darin einig, dass eine monatelang fortgesetzte, dauernde Ueberschreitung der regelmässigen Arbeitszeit in einer Werkstatt als ordnungswidrig anzusehen ist.

3. Zu II, 3 (Mindestlohn).

Neu eintretenden Mechanikergehilfen ist ein Anfangslohn von mindestens 21 Mark für die Woche zu gewähren.

Die vorliegenden Erhebungen haben ergeben, dass dieser Mindestlohn schon jetzt in Berlin und Umgegend, abgesehen von vereinzelten Werkstätten, üblich ist, so dass die allgemeine Annahme dieser Forderung unbedenklich erscheint; nur wird im Interesse der Präzisionsarbeit, sowie mit Rücksicht darauf, dass in vielen deutschen Werkstätten die Ausbildung der Lehrlinge noch eine ungenügende ist, für Junggehilfen, d. h. für Gehilfen in den ersten beiden Jahren nach Beendigung ihrer vierjährigen Lehrzeit, sofern dieselben auf ihren eigenen Wunsch sich noch weiter ausbilden wollen, ein geringerer Lohn als der obige Mindestsatz für zulässig erachtet. Die Ortsaufsichtskommission soll jedoch eine Kontrole ausüben gegen missbräuchliche Ausnutzung dieses Zugeständnisses in einzelnen Werkstätten. Ueber die Ausdehnung der Junggehilfenzeit für junge Leute, welche weniger als vier Jahre gelernt haben, werden von der Ortskommission besondere Bestimmungen zu treffen sein. Auf Gehilfen in vorgeschrittenerem Lebensalter, sowie auf Invaliden finden die Festsetzungen betreffs des Mindestlohnes keine Anwendung.

4. Zu II, 7 (Akkordarbeiten).

Der Wochenlohn ist bei neuen Akkorden, sowie bei misslungenen Akkordarbeiten, bei welchen der Grund des Misslingens nicht an dem Gehilfen liegt, als Minimalverdienst zu garantiren.

Es wurde festgestellt, dass der grössere Theil der selbständigen Mechaniker, von welchen schriftliche Aeusserungen vorliegen, der Garantirung des Wochenlohns bei neuen, d. h. in der Werkstatt noch nicht vorgekommenen Akkordarbeiten zustimmen. Ferner



wurde es allgemein für billig erachtet, dass bei misslungenen Akkordarbeiten, wenn das Misslingen durch schlechten Guss und durch ähnliche, ohne Schuld des Gehilfen herbeigeführte Unfälle verursacht wird, der entstandene Schaden nicht von letzterem zu tragen sei. Endlich war man einmüthig der Meinung, dass die Akkordpreise nach den Leistungen eines mittleren Gehilfen festgesetzt werden müssen und dass es unzulässig sei, solche Festsetzungen nachträglich für eine besonders eingeübte Kraft herabzusetzen mit der Begründung, dass ein gewisser Maximallohn für den Einzelnen niemals überschritten werden dürfe.

Von einer Seite wurde darauf hingewiesen, dass auch bei einem älteren, in der Werkstatt bereits ausgeführten Akkorde ein neu an denselben herantretender Gehilfe beträchtlich geschädigt werden könne, wenn ihm nicht dieselben Einrichtungen, wie dem früher mit dem Akkord beschäftigten Gehilfen, zur Verfügung stehen, und dass im Hinblick hierauf eine Garantirung des Wochenlohnes oder wenigstens des unter No. 3 vereinbarten Mindestlohnes in gewisser Einschränkung auch für alte Akkorde nöthig sei. Die Vertreter der selbständigen Mechaniker erklärten jedoch die Annahme einer soweit gehenden Forderung seitens der Meister für aussichtslos; nur wurde es als nothwendig anerkannt, dass jedem, einen älteren Akkord übernehmenden Gehilfen die erforderlichen Einrichtungen zur Verfügung gestellt werden müssen.

Berlin, den 9. Mai 1890.

Für die Kommission: Loewenherz, als Obmann.

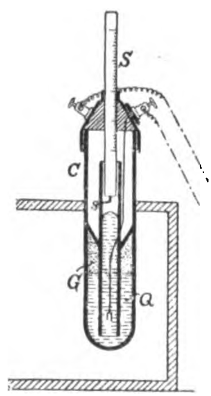
Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 13. Mai 1890. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Die vorstehenden Kommissionsbeschlüsse wurden nach längerer Debatte angenommen.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

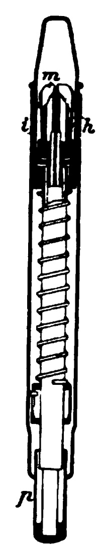
Neuerung an Dampftensions-Wärmeregulatoren. Von H. Rohrbeck in Berlin. Nr. 49897 vom 19. Mai 1889.



Bei diesem Thermoregulator wird die Quecksilbersäule Q durch die Spannkraft der Dämpfe einer abgesperrten Flüssigkeit G je nach der Temperatur mehr oder weniger in die Höhe getrieben und berührt früher oder später den Kontaktstift s des Stempels S. Da nun jede Temperatur einer ganz bestimmten Spannkraft der Dämpfe entspricht, mithin also einer ganz bestimmten Höhe der Quecksilbersäule, so kann man durch Verschieben des Stempels S bei beliebiger Temperatur die Berührung des Quecksilbers mit dem Kontaktstift s bewirken, den Stromkreis sich schliessen lassen und so die bekannten elektromagnetischen Gasregulatoren in Thätigkeit setzen, welche bei der gewünschten Temperatur den Heizeffekt der Wärmequelle reguliren. Wird der obere, luftdicht von der Atmosphäre abgeschlossene Theil C luftleer gemacht, so hat man einen von dem wechselnden Atmosphärendruck unabhängigen, äusserst empfindlichen Thermoregulator.

Vorrichtung zum Schutze des Auges gegen schwindelerregende äussere Einflüsse. Von O. Jahn in Celle Nr. 50030 vom 13. März 1889. Kl. 42.

Zum Schutze des Auges gegen schwindelerregende äussere Einflüsse (Einwirkungen seitlicher Bilder, blendende Flächen, steile Abgründe, kreisende und unregelmässige Bewegungen u. s. w.) dient ein nach Art einer Brille eingerichtetes und wie eine solche zu tragendes Gestell mit zwei innerlich dunkel und glanzlos gefärbten Röhren von leichtem Stoffe (Papiermasse, dichtem Drahtgewebe), deren Wandung die Augen vor dem Sehen seitwärts und nach unten gelegener Bilder schützt und nach innen und oben geschweift ausgeschnitten ist, um das gemeinschaftliche Sehen der Augen zu ermöglichen.

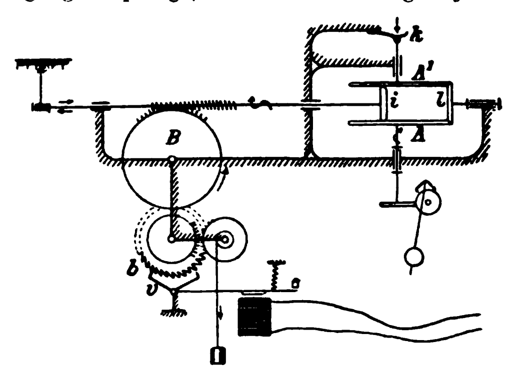


Spitzvorrichtung an Bleistifthaltern. Von F. W. H. Haas, Inhaber der Firma J. W. Guttknecht in Stein bei Nürnberg. Nr. 50172 vom 25. Mai 1889.

Radial an einer Hülse h angeordnete Messer m werden in ihrer Arbeitsstellung durch eine feste Hülse i oder durch eigene Federwirkung zusammengehalten. Um den Bleistift zu spitzen, wird derselbe durch Drehen am Knopf p bis an die Messer vorgeschoben und dabei gedreht. Drückt man auf den Knopf, so öffnen sich die Messer und gestatten dem Bleistift freien Durchgang.

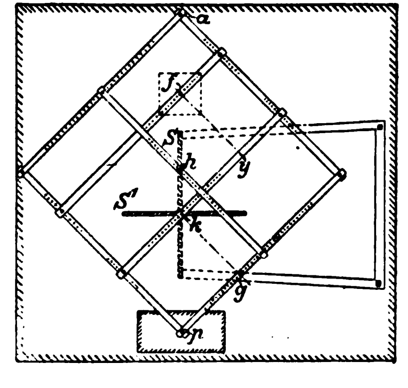
Geschwindigkeitszeiger. Von Société Richard Frères in Paris. Nr. 49735 vom 14. Dezember 1888.

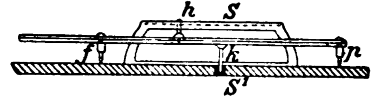
Um bei Geschwindigkeitsmessern, bei welchen eine Planscheibe A von einer Uhr angetrieben wird, während ein Diskusrädchen i eine der zu messenden Geschwindigkeit proportionale Schiebungsbewegung empfängt, einerseits Gleitungen jenes Rädchens, andererseits seitlichen Druck auf dessen Axe zu vermeiden, ist eine zweite Planscheibe A^1 angeordnet, welche mittels des konischen Rades l getrieben und durch eine Feder k gegen i gedrückt wird.



Das Schneckenrad B erhält seine Bewegung durch ein besonderes Gewichts- (oder Feder-) Triebwerk, welches mit einem Sperrwerk $b\,v$ versehen ist, dessen Auslösung auf elektromagnetischem Wege erfolgt. Die hierzu nöthigen Stromkreisschliessungen werden auf beliebige Weise durch die Maschine veranlasst, deren Geschwindigkeit gemessen werden soll.

Pantograph zur Herstellung von Nachbildungen in bestimmten Verzerrungen des Urbildes. Von H. Hoeber in Alfeld a. d. Leine. Nr. 49917 vom 29. Juli 1888.





Der Pantograph ermöglicht eine nach zwei Richtungen ungleich grosse Verjüngung (bezw. Vergrösserung) des Urbildes dadurch, dass an Stelle des bisher angewendeten unverschieblichen Pols zwei mit Fahrstift und Reissstift durch Parallelogramme verbundene bewegliche Pole h und k gesetzt sind, die bei Bewegung des Fahrstiftes p geradlinige Schiebungsbewegungen auf zwei rechtwinklig sich kreuzenden Bahnen $S\,S^1$ erleiden. Befinden sich die beiden Pole genau über einander, so wirkt der Pantograph wie ein gewöhnlicher.

Sind die Diagonalen der Rechtecke $p\,g\,k$ und $k\,y\,f$ einander gleich, so giebt der Stift f die Zeichnung in gleicher Breite wieder. Nähert man f dem Punkte a, so nimmt die Breite der Nachbildung entsprechend zu, nähert man dagegen f dem Punkte h, so nimmt sie entsprechend ab.

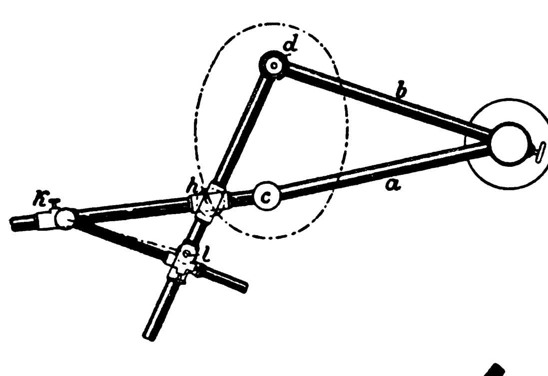
Soll die Zeichnung in gleicher Breite, jedoch verkürzt, nachgebildet werden, so lässt man je nach Erforderniss den Stift h zwischen den Punkten k und f arbeiten, umgekehrt aber, wenn die Zeichnung verlängert erscheinen soll, zwischen den Punkten k und p. In beiden Fällen bewegt sich h im Schlitze S.

Messschraube mit Stellhülse zur Berichtigung von Fehlern in der Maassangabe. Von R. Fiedler in Danzig. Nr. 49736 vom 12. Februar 1889.

Auf dem Haupttheil der Messschraube ist eine mit der Skale zur Zählung der Umdrehungen der Schraube und mit einem Nonius versehenen Hülse drehbar und feststellbar angebracht, um kleine Fehler in der Angabe des Maasses, entstanden durch Abnutzung oder in Folge ungenauer Ganghöhe des Messgewindes durch Drehung dieser Hülse beseitigen bezw. vermindern zu können.

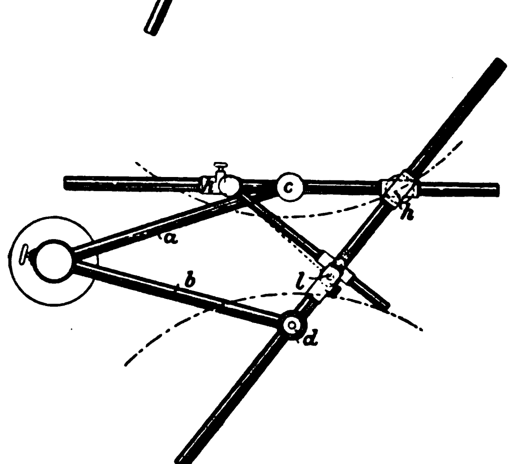
Selbthätige öffentliche Fernsprechstelle. Von C. G. Hoffmann in Leipzig. Nr. 49350 vom 23. Juni 1888. Kl. 21.

Die durch dieses Patent geschützte Vorrichtung, welche in jede Fernsprechanlage eingeschaltet werden kann, gestattet nach Einwurf einer bestimmten Münze: 1. das selbthätige Anrufen des Vermittelungsamtes, 2. das selbthätige Einschalten des Fernsprechapparates und 3. das selbthätige Abklingeln nach beendetem Gespräch. Wenn eine bestimmte Münze in den Geldprüfungsapparat geworfen wird, so wird durch ihr Herabgleiten eine Wägevorrichtung bewegt, welche durch Auslösung einer Sperrung das Herausziehen eines Schiebers gestattet, während gleichzeitig die Münze nach dem Sammelbehälter im Innern der Vorrichtung geleitet wird. Durch das Herausziehen dieses Schiebers wird ein Kontakt geschlossen, welcher einen Anrufstrom nach dem Vermittelungsamte schickt. Gleichzeitig werden zwei Thüren zum Sprechapparat geöffnet und hierbei wird dieser selbst eingeschaltet. Beim Schliessen der Thüren nach beendetem Gespräch wird ein kurzer Kontakt hergestellt, welcher das Abklingeln im Vermittelungsamte veranlasst. In der Patentschrift ist ausserdem noch ein im Vermittlungsamte aufzustellendes Uhrwerk beschrieben, welches zum Feststellen der Benutzungszeit sowie zum selbthätigen Autheben einer Verbindung und zum Einschalten der Erde dient. — Beim Einwurf einer unrichtigen Münze wird das Herausziehen des Schiebers durch zu weites oder zu geringes Ausschlagen der Wägevorrichtung verhindert und die Münze wird wieder nach aussen befördert.



Ellipsen- und Hyperbelzirkel. Von J. Horn in Grabow a. O. Nr. 49856 vom 13. November 1888.

Der dem Ellipsen- und Hyperbelzirkel zu Grunde liegende Mechanismus bildet ein überschlagenes Viereck *cdkl* mit paarweise gleichen Seiten. Eine dieser Seiten (die Kurvenexzentrizität) liegt zwischen den in verschiedenen Höhen befindlichen Endpunkten zweier mit der Zeichenebene fest verbundenen Stäbe *a* und *b*, während die anderen, die übrigen Seiten des Vierecks bildenden Stäbe um die genannten Endpunkte drehbar sind. Der Schreibstift wird durch die von den Endpunkten der festgelegten Strecke ausgehenden Stäbe in dem Punkte geführt, in welchem sich diese Stäbe kreuzen, also im Punkte *h*.

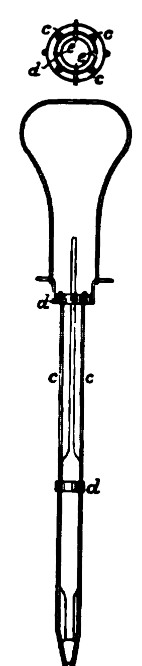


Verfahren zur Herstellung von Akkumulatorplatten. Von G. Philippart in Paris. Nr. 49356 vom 1. Februar 1889. Kl. 21.

Das Verfahren, durch welches das Festhalten der wirksamen Masse (Bleisulfat, Bleioxyd, reduzirtes Blei) an den unter Druck gegossenen Bleiträgern erreicht werden soll, besteht darin, dass man ein Gewebe (Filz, Flanell, Kautschuk, Asbest u. s. w.), welches mit der in Form einer Pasta hergestellten wirksamen Masse unter Druck imprägnirt worden, um den Bleiträger legt, dasselbe mit einer perforirten Celluloidhülle umgiebt und hierauf die drei Körper, das Blei, das Gewebe und die Celluloidhülle, einem starken Drucke zur Erzielung eines kompakten Ganzen unterwirft.

Erregungsflüssigkeit für galvanische Elemente. Von E. Liebert in Berlin. Nr. 49655 vom 9. April 1889. Kl. 21.

Diese Erregungsflüssigkeit, welche in sehr viel höherem Maasse als die sonst gebräuchliche Chromsäure den Anforderungen an Spannung, Stromstärke und Dauer der Batterie entsprechen soll, besteht aus einer Lösung Chromsesquichlorid in Salzsäure (da das krystallisirte Salz nur in salzsaurer Lösung sich nicht zersetzt) und zwar in äquivalenten Mengen.

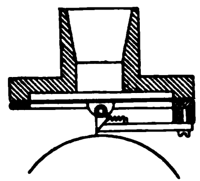


Schutz- und Führungsvorrichtung für Flüssigkeitswaagen. Von K. Bernreuther und W. Kumpfmiller in München. Nr. 49701 vom 15. Mai 1889.

Drähte *c* werden durch einen oder mehrere Ringe *d* in gleichen Abständen von einander gehalten. In den auf diese Weise gebildeten, unten konischen Korb wird die betreffende Flüssigkeitswaage eingesetzt. Damit dieselbe in diesem Korb eine leichte und doch sichere Führung hat, werden von den Ringen *d* aus feine Führungsspitzen *e* nach innen zu angeordnet.

Phonograph. Von Th. A. Edison in Llewellyn Park, New-Jersey, V. St. A. Nr. 49732 vom 24. Oktober 1888.

Das die Laute einzeichnende Werkzeug ist als schreibendes Werkzeug ausgebildet und wird während seiner Bewegung mit dem Diaphragma schräg zur Bewegungsrichtung der Schreibfläche so abgelenkt, dass es, einen Kreisbogen von kleinem Radius beschreibend, sich beim Vorschwingen entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung der Schreibfläche in diese hineinschneidet, beim Zurückschwingen dagegen in der gleichen Bewegungsrichtung sich wieder herausschneidet. Die Figur zeigt die Anordnung eines derartigen schneidenden Werkzeuges, durch welches Wellenlinien von nachstehender Form in die Schreibfläche eingeschnitten werden, welche, um der die Laute absprechenden Spitze einen scharfen

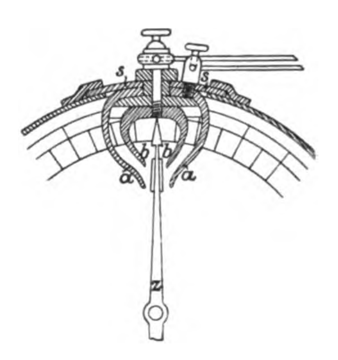


Impuls zu ertheilen, an einem Ende steiler verlaufen als am andern

Bunsenbrenner. Von L. Reimann in Berlin. Nr. 50448 vom 20. Februar 1889. Kl. 26.

Der untere, seitlich mehrfach durchbrochene verjüngte Theil *b* des im Untergestell drehbaren Brennerrohres *a* dient als Hahn zum gleichzeitigen Regeln des Gas- und Luftzuflusses. Das Gas tritt aus dem Zuflusskanal des Untergestelles durch eine der seitlichen schrägen Durchbohrungen *c* ohne jedes Mundstück unmittelbar in das Innere des Brennerrohres, während die Luft durch die tiefer gelegenen Oeffnungen *h* zutritt.

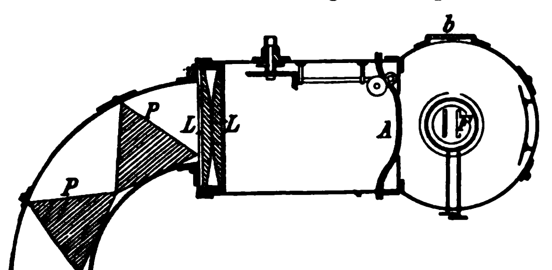
Kontaktvorrichtung für Zeigerwerke. Von Carl Richter in Marburg a. d. L. Nr. 49752 vom 28. Februar 1889.



Die Vorrichtung besteht aus einem Schieber *s* und zwei mit diesem verbundenen und von einander isolirten Kontaktfedern *a* und *b*, welche den Zeiger *z* gabelförmig umfassen, so dass eine Bewegung desselben nach der einen oder anderen Richtung einen Stromschluss herbeiführt, während nach Zurückschieben des Schiebers der Zeiger unbehindert vor den Kontaktfedern vorübergehen kann.

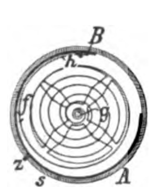
Verfahren und Apparat zum Geben optischer Signale. Von P. la Cour in Askovhus, Dänemark. Nr. 49916 vom 19. Mai 1888.

Das Licht einer beliebigen Lichtquelle *F* wird durch die Spalten eines Schiebers *A* auf ein Zertrennungssystem, bestehend aus Linsen *LL* und Prismen *PP* geworfen. Das ausstrahlende Licht ist alsdann nur aus gewissen Arten von Spektralfarben zusammengesetzt. Diese Zusammensetzung entspricht der Aufeinanderfolge der Oeffnungen des Schiebers *A*. Wird das Licht nun durch ein mit einem Prisma zum direkten Sehen versehenes Fernrohr beobachtet, so zeigt sich ein Spektrum, das aus schmalen und breiten Streifen (Punkten und Strichen) zusammengesetzt ist, welche der Aufeinanderfolge der Oeffnungen des Schiebers entsprechende Zeichen bilden.



Metallthermometer mit Regulirung der Federspannung. Von L. Fromm in Pforzheim. Nr. 50345 vom 24. Juli 1889.

In dem Gehäuse *A* ist das bogenförmige Schieberstück *B* untergebracht, welches am äusseren Mantel den Stift *z* und am inneren Mantel den Hakenstift *h* trägt. Im Mantel des Gehäuses *A* befindet sich ein Schlitz *s*, in welchem sich der Stift *z* des Schieberstückes führt. An dem Haken *h* des letzteren wird die spiralförmige Metallfeder *f* mit ihrem äusseren Ende angehängt, welche mit dem anderen Ende fest mit der Zeigerwelle g verbunden ist. Da nun die Reibung des Schieberstückes *B* am Gehäuse *A* grösser ist als die Maximalfederspannung, so kann die Federspannung durch Drehung des Schieberstückes jederzeit regulirt werden.



Neuerung an Phonographen mit parallel zur Phonogrammzylinderwelle bewegten Schreib- und Sprechwerken. Von Th. A. Edison in Llewellyn Park, Grafschaft Essex, New-Jersey, V. St. A. No. 49569 vom 16. Oktober 1888.

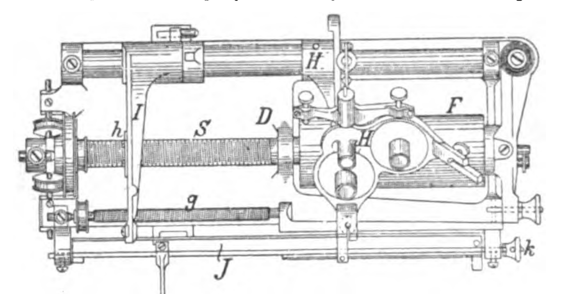


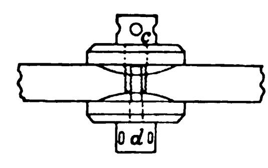
Fig. 1.

Durch Drehen des Stiftes *k* (Fig. 1) wird die Kante *j* (Fig. 2) der Stange *J* in zwei aufeinander folgenden Bewegungen gehoben. Die erste durch die Steigung *x* des Daumens *d* bewirkte Bewegung hebt den Rahmen *H* soweit, dass entweder der Lauteschreiber oder Lauteabsprecher von der Phonogrammfläche *F* abgehoben und die Führungsmutter *h* aus dem Schraubengewinde *S* der Welle *D* ausgehoben wird. Die bei weiterer Drehung von *k* erfolgende Aufwärtsbewegung des Daumens *f* soll zugleich den Rahmen *H* und den Führungsarm *I* soweit bewegen, dass die Schneide *i* in das Gewinde *g* eingelegt und die Bewegung des Rahmens *H* umgesteuert wird.

Fig. 2.

Vorrichtung zum Parallelstellen der Axen am Waagebalken. Von L. Reimann in Berlin. No. 49675 vom 8. März 1889.

Die in der Figur dargestellte Vorrichtung wird zwischen End- und Mittelaxe des Waagebalkens angebracht. Ist die Schraube *d* gelöst und wird die Schraube *c* angezogen, so krümmt sich der Balken und in Folge dessen neigt sich das äussere Ende desselben nach der Seite, auf welcher die gelöste Schraube befindlich ist. Die umgekehrte Biegung des Balkens geschieht, wenn die Schraube *c* gelöst, die Schraube *d* dagegen angezogen wird. Man kann also durch Lösen und Anziehen der Schrauben die äusseren Enden des Balkens in diejenige Stellung bringen, die der Parallellage der Endaxen zur Mittelaxe entspricht. Die Lage der Endaxe wird in bekannter Weise ermittelt.



Für die Werkstatt.

Schneiden dicker Glasröhren. *Von Dr. F. Muck. Zeitschr. f. analyt. Chemie.* ***29.*** *S. 142. 1890.*

Verf. theilt eine zu genanntem Zweck geeignete Vorrichtung mit, die von C. Gerhardt in Bonn bezogen werden kann. — In einem Griff mit Stichblatt ist ein Stab verschiebbar, welcher nahe dem einen Ende einen guten Glaserdiamanten trägt. Je nachdem die Stelle, an welcher man das Glasrohr schneiden will, mehr oder weniger von seinen Endflächen entfernt ist, schiebt man den Stab aus den Griff hervor, befestigt ihn mittels der vorhandenen Stellschraube, führt das Werkzeug bis zum Stichblatt in das Glasrohr ein und macht mit dem Diamanten einen kreisförmigen Stich. Beim Ziehen an beiden Enden bricht dann das Rohr an diesem Striche glatt ab. Ist kein Ende des zu schneidenden Glasrohres gerade abgeschnitten, so kann man ein Rohr aus Pappe vorkleben oder vorbinden. *W.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

X. Jahrgang. **Juli 1890.** Siebentes Heft.

Vergleichung des Luftthermometers mit Quecksilberthermometern aus Jenaer Glas in Temperaturen zwischen 100 und 300 Grad.

Von

H. F. Wiebe in Charlottenburg und **A. Böttcher** in Ilmenau.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

II. Die Versuche und ihre Ergebnisse.

A. Berechnung der Temperatur des Luftthermometers.

Die beiden zu unseren Versuchen angewendeten und im ersten Abschnitt dieser Abhandlung (vgl. das *Januar-Heft dieser Zeitschr. S. 16*) beschriebenen Luftthermometer gründen sich auf die Messung der Aenderungen der Spannkraft der Luft bei nahezu ungeändertem Volumen; ihre Anwendung beruht demnach auf dem Satze, dass der Druck einer abgegrenzten Luftmasse proportional der Temperaturerhöhung zunimmt. Es bedeute nun V das Volumen des Luftthermometergefässes bis zur Eintauchmarke bei 0°, v das Volumen des schädlichen Raumes bei 0°, T die Temperatur der Luft im Gefäss, t die Temperatur des schädlichen Raumes, α den Spannungskoeffizienten der Luft, β den mittleren Ausdehnungskoeffizienten des Glases zwischen 0 und T Grad, H_0 bezw. H_T die Höhen der auf 0° reduzirten Quecksilbersäulen, unter deren Druck die Luft im Gefässe bei 0 bezw. bei T Grad steht. Man hat dann nach dem Gay-Lussac-Mariotte-schen Gesetze:

$$H_0\left(V + v\frac{1+\beta t}{1+\alpha t}\right) = H_T\left(V\frac{1+\beta T}{1+\alpha T} + v\frac{1+\beta t}{1+\alpha t}\right).$$

Setzt man:

$$H_0\,\frac{v}{V}\frac{1+\beta t}{1+\alpha t} = \Delta H_0 \quad \text{und} \quad H_T\,\frac{v}{V}\frac{1+\beta t}{1+\alpha t} = \Delta H_T,$$

so erhält man:

$$H_0 + \Delta H_0 = H_T\,\frac{1+\beta T}{1+\alpha T} + \Delta H_T.$$

Bezeichnet man noch

$$H_0 + \Delta H_0 = P_0 \quad \text{und} \quad H_T + \Delta H_T = P_T,$$

so ergiebt sich zur Berechnung des Spannungskoeffizienten der Luft:

$$\text{I.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \alpha = \frac{P_T - P_0 + H_T\,\beta\,T}{T(P_0 - \Delta H_T)},$$

und zur Berechnung der Temperatur des Luftthermometers:

$$\text{II.} \ldots\ldots\ldots \quad T = \frac{P_T - P_0}{H_T(\alpha-\beta) - \alpha(P_T - P_0)}.$$

Bei dem zu den Vorversuchen benutzten Luftthermometer konnte man die Kapillardepression des Quecksilbers im Manometerrohr vernachlässigen, weil beide

Schenkel gleiche Weiten hatten. Bei dem neuen Luftthermometer hingegen musste der Einfluss der Kapillarität berücksichtigt werden. Die bezügliche Korrektion betrug 0,14 *mm*, um welchen Betrag die unmittelbar abgelesenen Quecksilberhöhen vermehrt werden mussten.

Die Ausdehnung des Jenaer Glases ist unseres Wissens zuerst von Weidmann[1]) bestimmt worden. Derselbe fand den mittleren linearen Ausdehnungskoeffizienten zwischen 0 und 100 Grad zu 0,000 0079, mithin den kubischen zu 0,000 0237. Eine nochmalige Bestimmung unsererseits auf pyknometrischem Wege ergab unter Benutzung des von Broch aus den Regnault'schen Versuchen berechneten Ausdehnungskoeffizienten des Quecksilbers für den mittleren kubischen Ausdehnungskoeffizienten des Jenaer Glases zwischen 0 und 100 Grad den Werth 0,000 0240. Zur Ermittlung des quadratischen Gliedes der Ausdehnungsfunktion wurden die luftthermometrischen Vergleichungen selbst herangezogen. Aus den Abweichungen der Quecksilberthermometer vom Luftthermometer zwischen 250 und 300° ergab sich für jenes Glied der Werth $+ 0{,}2\, t^2 . 10^{-7}$, so dass bei den hier wiedergegebenen Versuchen als mittlere Ausdehnungskoeffizienten des Glases die Werthe der Formel $(220 + 0{,}2\, t)\, 10^{-7}$ zu Grunde gelegt wurden.

B. Einfluss der Beobachtungsfehler.

Um den Einfluss der Beobachtungsfehler auf die Ermittlung der Temperatur des Luftthermometers festzustellen, kann man sich der vereinfachten Formel bedienen:

$$H_0 = \frac{H_T}{1 + \alpha T}.$$

Aus derselben ergiebt sich

$$\alpha T = \frac{H_T - H_0}{H_0}.$$

1. Der Einfluss eines Fehlers in dem Spannungskoeffizienten α der Luft berechnet sich aus:

$$d T = -\frac{d \alpha}{\alpha} T.$$

Setzt man hierin $\alpha = 0{,}003670$ und $d\alpha = \pm 0{,}000001$, so ergiebt sich $d T = \mp 0{,}000272\, T$. Bei 150° beträgt demnach der hieraus folgende wahrscheinliche Fehler in der Temperaturmessung $\pm 0{,}04°$ und bei 300° etwa $\pm 0{,}08°$.

2. Der Einfluss eines konstanten Fehlers $d H_0$ auf den Werth von α ist:

$$d\alpha = -\frac{d H_0}{H_0}\left(\alpha + \frac{1}{T}\right),$$

also bei $d H_0 = \pm 0{,}1$ *mm* und $H_0 = 875$ *mm* wird $d\alpha = \mp 0{,}00000156$, was in der Temperaturbestimmung (vergl. Nr. 1 dieses Abschnitts) bei 150° einen wahrscheinlichen Fehler von $\pm 0{,}06°$ und bei 300° einen solchen von $\pm 0{,}13°$ bedingt.

3. Der Einfluss eines Beobachtungsfehlers in der Druckmessung für die Temperatur T auf die Berechnung dieser Temperatur ist:

$$d T = \frac{d H_T}{H_0 \alpha}.$$

Derselbe ist also unabhängig von der Temperatur und umgekehrt proportional dem Anfangsdruck. Letzterer beträgt bei der dritten Beobachtungsreihe 875 *mm*, so dass für eine Unsicherheit von 0,1 *mm* in der Druckmessung d $T = 0{,}03°$ wird.

---

[1]) *Wiedemann's Annalen.* **29.** *S. 214.* *(1886).*

4. Der Einfluss einer Aenderung des Ausdehnungskoeffizienten β des Glases um $d\beta$ auf die Temperaturmessung, ergiebt sich aus der Gleichung II zu:

$$d\,T = T \frac{H_T}{H_T(\alpha - \beta) - \alpha\,(P_T - P_0)}\,d\,\beta.$$

Für $d\beta = 0{,}0000001$ beträgt die Unsicherheit in der Temperaturermittlung bei 150° etwa 0,01° und bei 300° ungefähr 0,02°.

5. Der Einfluss eines Fehlers in der Temperaturbestimmung für den schädlichen Raum um ± 1°, hat in der Temperaturermittlung einen Fehler bei 150° von ± 0,02°, bei 300° von ± 0,035° zur Folge.

Da aber der weitaus grösste Theil des schädlichen Raumes in dem Umschlusskasten sich befand und überdies noch durch Asbestschirme vor den Wärmestrahlen der Siedegefässe geschützt war, so kommt vermuthlich auch nur ein geringer Bruchtheil der angegebenen Fehlerbeträge in Rechnung.

Nach den vorstehenden Darlegungen beträgt die durch die Beobachtungsfehler bedingte Unsicherheit in der Temperaturbestimmung mit dem Luftthermometer bei 150° im ungünstigsten Falle 0,16° und bei 300° etwa 0,3°, während der wahrscheinliche Fehler einer Temperaturbestimmung bei 150° nur ± 0,08° und bei 300° nur ± 0,16° ausmacht.

Was ferner die Genauigkeit der Korrektionen der Quecksilberthermometer anbetrifft, so ist dieselbe im ersten Abschnitt dieser Abhandlung auf 0,02 bis 0,04° geschätzt worden. Die Korrektionen für den herausragenden Faden der Quecksilberthermometer, dessen Länge nur bei der Messung in Diphenylamindampf (301°) den Werth von 10° überschritt, sind auf das Sorgfältigste ermittelt worden durch kleine Hilfsthermometer, welche in Röhren von derselben Weite wie die Umhüllungsrohre der zu vergleichenden Normalthermometer steckten. Eins der Hilfsthermometer befand sich in dem das Siedegefäss schliessenden, 15 *mm* starken Korke und diente dazu, die Temperatur des im Korke befindlichen Theiles des herausragenden Quecksilberfadens zu bestimmen. Die übrigen Hilfsthermometer waren in entsprechenden Höhen über dem Korke angebracht. Es kann behauptet werden, dass auf diese Weise die Korrektionen für den herausragenden Faden mit einer für hohe Temperaturen bisher wohl nicht erreichten Genauigkeit ermittelt worden sind. Die begangenen Fehler dürften nur wenige hundertstel Grade betragen, doch verzichten wir hier auf eine genauere Darlegung der bezüglichen Beobachtungsdaten.

Ueberschlägt man jetzt den wahrscheinlichen Gesammtfehler, der durch die konstant wirkenden Fehlerquellen, sowie durch die Beobachtungsfehler bei der Vergleichung der Quecksilberthermometer mit dem Luftthermometer begangen sein kann, so ergiebt sich in abgerundeten Beträgen bei 150° ± 0,1° und bei 300° etwa ± 0,2°.

C. Gang der Versuche[1]).

Auf die Füllung des Luftgefässes mit reiner, trockner Luft wurde besondere Sorgfalt verwendet. Nachdem das Gefäss vorher getrocknet war, wurde es durch die Platinkapillare mit dem kurzen Schenkel des Manometers verbunden; das an letzterem angebrachte Rohr *s* (vergl. Fig. 2 auf S. 18 dieses Jahrganges) wurde dann durch eine Messingkapillare mit einem Dreiweghahn in Verbindung gesetzt, welches

---

[1]) Im folgenden Abschnitt beschränken wir uns auf Versuche mit dem neuen Luftthermometer.

einerseits zu einer Luftpumpe und andrerseits zu einem Trockenapparat führte. Der letztere bestand aus einer älteren, nach Angabe des Herrn Dr. Pernet hergestellten Einrichtung, bei welcher jede Verwendung von Kautschuk vermieden ist.

Das Gefäss des Luftthermometers wurde nun ausgepumpt und trockene Luft eingelassen; darauf wurde das Gefäss unter fortwährender Erhitzung von Neuem evakuirt und dieses Verfahren etwa 20 Mal wiederholt. Das letzte Mal wurde die Luft sehr langsam eingelassen, während das Gefäss in eine Kältemischung gesetzt war. Nachdem man sodann den Dreiweghahn entsprechend gestellt hatte, liess man Quecksilber in den kurzen Schenkel *s* bis zur stählernen Einstellspitze eintreten und hatte damit das Luftthermometer zur Temperaturbestimmung vorgerichtet. Wie bei derselben selbst verfahren wurde, ist im ersten Abschnitte ausführlich auseinandergesetzt; es genügt hier zu bemerken, dass man jedesmal nach Einbringung des Luftthermometers in das betreffende Temperaturbad wenigstens 15 Minuten wartete, ehe man zur Ablesung schritt.

Mit dem neuen Luftthermometer sind zwei durch einen längeren Zeitraum getrennte Vergleichsreihen ausgeführt. Die erste reichte vom Januar bis März, die zweite vom Mai bis September 1889; an den Versuchen der ersten Vergleichsreihe mit dem neuen Luftthermometer, sowie an den Vorversuchen mit dem älteren Luftthermometer hat ausser den Verfassern auch Herr P. Hebe theilgenommen. Die Untersuchungen jeder einzelnen Vergleichsreihe begannen stets mit Fundamentalpunktsbestimmungen, aus denen man den Spannungskoeffizienten für die im Luftthermometer eingeschlossene Luft ableitete. Alsdann wurde nach und nach zu höheren Temperaturen übergegangen. Hierbei bediente der eine Beobachter das Manometer des Luftthermometers und das Barometer, während der andere die Quecksilberthermometer ablas. Nach mehreren Reihen wechselten die Beobachter. Auf jede Temperaturmessung folgte eine Bestimmung der Eispunkte des Luftthermometers und der Quecksilberthermometer. Am Schlusse einer Vergleichsreihe wurde die Bestimmung der Fundamentalpunkte des Luftthermometers nochmals wiederholt. In der nachfolgenden Uebersicht sind die Beobachtungen der zweiten Reihe mit dem neuen Luftthermometer vollständig wiedergegeben, während von den übrigen, mehr zur Orientirung dienenden Versuchen, sowie von den im Frühjahr 1888 ausgeführten Vergleichungen mit dem älteren Luftthermometer weiterhin nur die Ergebnissse mitgetheilt werden sollen.

D. Tafel der Beobachtungen.

Die Tafel enthält alle diejenigen Rechnungselemente, welche bei einer etwaigen Abänderung des zu Grunde gelegten Ausdehnungskoeffizienten β des Glases zu einer Neuberechnung der Versuche erforderlich sind. Die Bedeutung der einzelnen Kolumnen ist aus ihrer Ueberschrift ersichtlich. Es sei nur bemerkt, dass H_T in den oben angeführten Formeln I und II den Summen der Werthe von b und von h in der Tafel entspricht. Die Eispunkte der Thermometer bezw. die diesen entsprechenden Drucke sind der besseren Uebersichtlichkeit wegen durch Kursivschrift hervorgehoben.

Wie man sieht, zeigen die Eispunkte der Quecksilberthermometer eine nur ganz geringe Veränderlichkeit und auch der Eispunkt des Luftthermometers ist vom 29. Mai bis 24. Juli innerhalb der Beobachtungsfehlergrenzen konstant geblieben. Die mittlere Abweichung vom Mittel beträgt 0,04 *mm*; nur einmal erreicht die grösste Abweichung vom Mittel 0,10 *mm*. Nach der längeren Erhitzung



auf 290° in Glycerindampf am 24. Juli ist allerdings eine kleine etwa 0,3 *mm* betragende andauernde Verrückung des Eispunktes des Luftthermometers eingetreten, deren Ursache vielleicht in einer durch die höhere Temperatur bewirkten Gasabscheidung von den Wandungen des Luftgefässes zu suchen sein wird. Der mittlere Eispunkt für die Zeit nach der Verrückung, d. i. vom 24. Juli bis 18. September, liegt bei 875,41 *mm*, während die mittlere Abweichung vom Mittel hier ebenfalls nur 0,04 *mm* beträgt.

Bei den hier nicht mitgetheilten Vorversuchen, sowie bei der ersten Versuchsreihe mit dem neuen Luftthermometer hatte nach höheren Drucken, wahrscheinlich weil die Platinkapillare nicht ganz dicht in die Stabkapillare eingekittet war, eine fortdauernde Erniedrigung des Eispunktes stattgefunden, welche im letzteren Falle sogar schliesslich mehrere Millimeter betrug und die Genauigkeit der Ergebnisse wesentlich beeinträchtigte. Dagegen ist die Beständigkeit des Eispunktes bei der dritten Versuchsreihe für die vorliegenden Zwecke als vollständig befriedigend anzusehen.

Der Spannungskoeffizient der Luft berechnet sich im Mittel aus acht Bestimmungen für den Anfangsdruck von 875 *mm* zu 0,003 670 6. Verbindet man nämlich die Beobachtungen 1 bis 11, 87, 88, 94 bis 96, 107 bis 115, so erhält man:

Aus	1	und	3	mit	2:	$\alpha = 0{,}003\,669\,8$
„	4	„	7	„	5 und 6:	$= 0{,}003\,671\,0$
„	8			„	9:	$= 0{,}003\,669\,4$
„	10			„	11:	$= 0{,}003\,669\,8$
„	86	„	88	„	87:	$= 0{,}003\,671\,3$
„	94	„	96	„	95:	$= 0{,}003\,671\,0$
„	107	„	110	„	108 und 109:	$= 0{,}003\,671\,1$
„	112	„	115	„	113 „ 114:	$= 0{,}003\,671\,1$
					Mittel:	$\alpha = 0{,}003\,670\,6 \pm 0{,}000\,000\,2.$

Der vorstehend ermittelte Werth stimmt gut mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen überein. Nach den von Mendelejeff (*Berichte der Chem. Ges. 10. S. 81*) umgerechneten Versuchen fand:

	bei einem Anfangsdruck	für den Spannungskoeffizienten der Luft
Regnault	von 760 *mm*	0,0036694
Magnus	„ 756 „	0036700
Jolly	„ 723 „	0036702

Unsere erste Versuchsreihe mit dem neuen Luftthermometer hatte bei einem Anfangsdrucke von 800 *mm* für den Spannungskoeffizienten 0,003 669 9 ergeben, während bei den Vorversuchen mit dem älteren Luftthermometer der jedenfalls viel zu grosse Werth 0,003 674 gefunden worden war. Allein eine nachträgliche Kontrole konnte nicht mehr ausgeführt werden, da dieses Instrument inzwischen schadhaft wurde.

Die in der Tafel enthaltenen Temperaturangaben der Quecksilberthermometer sind in der üblichen Weise vollständig korrigirt und zwar für Kaliber, Gradwerth, Eispunkt, Verminderung des inneren Drucks und für herausragenden Faden. Jede Reihe ist das Mittel aus 4 bis 6 einzelnen Ablesungen; zwischen den verschiedenen Reihen lagen Zeiträume von 5 bis 15 Minuten. Die Uebereinstimmung der Queck-



Datum.	Nr. des Versuches	Bezeichnung des Temperaturbades, in welchem der Versuch angestellt wurde.	Auf 0 Grad reduzirter Barometerstand. b.	Auf 0 Grad reduzirte Höhe der Quecksilbersäule im Manometerrohr über dem Niveau der Spitze. h.	Temperatur des schädlichen Raumes. t.	Korrektion wegen des schädlichen Raumes. $\Delta(b+h)$.	Druck der eingeschlossenen Luft bei der Versuchstemperatur. $b+h+\Delta(b+h)$.
			mm	*mm*	Grad	*mm*	*mm*
29. Mai	1	Eis	754,17	112,87	19,9	+ 8,14	*875,18*
	2	Wasserdampf	754,17	423,66	20,3	11,04	1188,87
	3	Eis	754,22	112,85	20,3	8,12	*875,19*
6. Juni	4	Eis	765,84	101,16	21,5	8,09	*875,09*
	5	Wasserdampf	765,44	413,70	22,5	10,96	1190,10
	6	desgl.	765,34	413,84	22,5	10,96	1190,14
	7	Eis	765,26	101,72	22,8	8,05	*875,03*
8. Juni	8	Wasserdampf	756,63	421,56	22,1	10,97	1189,16
	9	Eis	756,68	110,44	22,2	8,08	*875,20*
9. Juli	10	Wasserdampf	758,50	419,80	20,0	11,05	1189,35
	11	Eis	758,45	108,60	20,2	8,13	*875,18*
11. Juli	12	Toluidindampf	757,44	726,05	21,8	13,83	1497,32
	13	desgl.	757,38	726,40	22,1	13,82	1497,60
	14	desgl.	757,45	726,86	22,3	13,81	1498,12
	15	desgl.	757,44	727,08	22,5	13,81	1498,33
	16	Eis	757,55	109,52	22,5	8,06	*875,13*
	17	Toluoldampf	757,68	449,54	22,6	11,22	1218,44
	18	desgl.	757,68	449,60	22,7	11,22	1218,50
	19	desgl.	757,74	449,62	22,8	11,21	1218,57
	19a	Eis					
12. Juli	20	Isobutylalkoholdampf	759,84	436,29	20,9	11,18	1207,31
	21	desgl.	759,81	436,33	21,1	11,18	1207,32
	22	desgl.	759,75	436,39	21,2	11,18	1207,32
	23	Eis	759,62	107,36	21,2	8,10	*875,08*
	24	Isobutylacetatdampf	759,31	462,80	21,2	11,42	1233,53
	25	desgl.	759,25	462,74	21,5	11,41	1233,40
	26	desgl.	759,21	462,76	21,5	11,41	1233,38
	26a	Eis					
15. Juli	27	Paraldehyddampf	755,24	498,39	20,3	11,74	1265,37
	28	desgl.	755,23	498,37	20,3	11,74	1265,34
	29	Eis	755,28	111,70	20,3	8,12	*875,08*
	30	Amylalkoholdampf	755,27	514,29	20,5	11,89	1281,45
	31	desgl.	755,20	514,50	20,7	11,88	1281,58
	32	desgl.	755,20	514,70	21,0	11,87	1281,77
	33	desgl.	755,30	514,67	21,0	11,87	1281,84
	33a	Eis					
	34	Xyloldampf	755,53	543,78	21,0	12,15	1311,46
	35	desgl.	755,48	543,95	21,1	12,14	1311,57
	36	desgl.	755,49	544,06	21,3	12,14	1311,69
	37	desgl.	755,51	544,09	21,4	12,13	1311,73
	37a	Eis					
16. Juli	38	Amylacetatdampf	753,88	547,29	20,0	12,20	1313,37

Differenz der Drucke bei T Grad und bei 0 Grad. $P_T - P_0$.	Berechnete Temperatur des Luftthermometers. T_l.	Korrigirte Temperaturangaben der Quecksilberthermometer. Nr. 253.	Nr. 254.	Nr. 255.	Nr. 257.	Nr. 258.	Nr. 259.	Nr. 271.	Mittel T_q.	Reduktion des Quecksilberthermometers auf das Luftthermometer. $T_l - T_q$.
mm	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad
	0									
313,68	99,80									
	0									
	0									
315,01	100,22									
315,11	100,21									
	0									
313,96	99,89									
	0									
314,17	99,96									
	0									
622,19	199,23	199,30			199,25				199,28	— 0,05
622,47	199,32	199,33			199,27				199,30	+ 0,02
622,99	199,49	199,50			199,40				199,45	+ 0,04
623,20	199,55	199,53			199,46				199,50	+ 0,05
	0	*0,20*			*0,26*					
343,31	109,26	109,23	109,23	109,22	109,21				109,22	+ 0,04
343,37	109,28	109,26	109,27	109,26	109,24				109,26	+ 0,02
343,44	109,30	109,28	109,29	109,29	109,27				109,28	+ 0,02
		0,22	*0,12*	*0,12*	*0,27*					
332,23	105,73	105,72	105,74	105,73	105,71				105,72	+ 0,01
332,24	105,73	105,71	105,74	105,73	105,70				105,72	+ 0,01
332,24	105,73	105,72	105,74	105,73	105,71				105,73	0,00
	0	*0,22*	*0,11*	*0,12*	*0,28*					
358,45	114,14	114,10	114,10	114,10	114,09				114,10	+ 0,04
358,32	114,10	114,07	114,06	114,07	114,04				114,06	+ 0,04
358,30	114,09	114,06	114,07	114,07	114,04				114,06	+ 0,03
		0,22	*0,12*	*0,12*	*0,28*					
390,29	124,36	124,34	124,39	124,39	124,30				124,36	0,00
390,26	124,35	124,34	124,37	124,37	124,32				124,35	0,00
	0	*0,23*	*0,11*	*0,12*	*0,28*					
406,37	129,53	129,45	129,43	129,43	129,43				129,44	+ 0,09
406,50	129,57	129,49	129,47	129,49	129,48				129,48	+ 0,09
406,69	129,63	129,55	129,53	129,54	129,54				129,54	+ 0,09
406,76	129,65	129,56	129,54	129,56	129,55				129,55	+ 0,10
		0,25	*0,11*	*0,13*	*0,27*					
436,38	139,18	139,10	139,04	139,09	139,05				139,07	+ 0,11
436,49	139,22	139,14	139,09	139,13	139,09				139,11	+ 0,11
436,61	139,26	139,15	139,12	139,15	139,12				139,13	+ 0,13
436,65	139,27	139,17	139,14	139,15	139,13				139,15	+ 0,12
		0,24	*0,11*	*0,12*	*0,30*					
438,26	139,79	139,72	139,70	139,71	139,68				139,70	+ 0,09

Datum.	Nr. des Versuches	Bezeichnung des Temperaturbades, in welchem der Versuch angestellt wurde.	Auf 0 Grad reduzirter Barometerstand. b.	Auf 0 Grad reduzirte Höhe der Quecksilbersäule im Manometerrohr über dem Niveau der Spitze. h.	Temperatur des schädlichen Raumes. t.	Korrektion wegen des schädlichen Raumes. $\Delta (b + h)$.	Druck der eingeschlossenen Luft bei der Versuchstemperatur. $b + h + \Delta (b + h)$.
			mm	*mm*	Grad	*mm*	*mm*
16. Juli	39	Amylacetatdampf	753,97	547,37	20,1	+ 12,20	1313,54
	40	desgl.	753,81	547,61	20,2	12,20	1313,62
	41	desgl.	753,60	547,90	20,3	12,20	1313,70
	42	Eis	753,76	113,23	20,2	8,12	*875,11*
	43	Bromoformdampf	753,40	574,92	20,3	12,45	1340,77
	44	desgl.	753,36	575,16	20,5	12,44	1340,96
	45	desgl.	753,31	575,29	20,6	12,44	1341,04
	46	desgl.	753,23	575,35	20,7	12,43	1341,01
	46a	Eis					
	47	Terpentindampf	753,69	607,32	20,1	12,76	1373,67
	48	desgl.	753,28	608,07	20,2	12,76	1374,01
	49	desgl.	753,37	608,28	20,5	12,74	1374,39
	50	desgl.	753,27	608,36	20,7	12,72	1374,35
	50a	Eis					
17. Juli	51	Terpentindampf	754,58	607,69	18,5	12,84	1375,11
	52	desgl.	754,52	610,83	19,0	12,85	1378,20
	53	desgl.	754,52	610,86	19,2	12,84	1378,22
	54	desgl.	754,47	611,06	19,2	12,84	1378,37
	55	desgl.	754,40	611,61	19,3	12,84	1378,85
	56	Eis	754,24	112,74	19,3	8,14	*875,12*
19. Juli	57	Anilindampf	759,00	677,05	19,1	13,51	1449,56
	58	desgl.	759,08	677,41	19,4	13,50	1449,99
	59	desgl.	759,09	677,94	19,6	13,50	1450,53
	60	desgl.	759,16	679,39	19,9	13,50	1452,03
	61	desgl.	759,13	679,49	19,9	13,50	1452,12
	62	desgl.	759,16	679,54	20,0	13,50	1452,20
	63	Eis	759,26	107,67	19,6	8,14	*875,07*
22. Juli	64	Dimethylanilindampf	752,80	709,45	19,2	13,75	1476,00
	65	desgl.	752,78	709,63	19,5	13,74	1476,15
	66	desgl.	753,09	713,25	20,0	13,75	1480,09
	67	desgl.	753,09	713,49	20,1	13,75	1480,33
	68	Eis	753,37	113,65	19,8	8,14	*875,16*
	69	Methylbenzoatdampf	753,48	728,99	19,9	13,91	1496,38
	70	desgl.	753,48	729,72	20,0	13,91	1497,11
	71	desgl.	753,51	729,85	20,1	13,91	1497,27
	71a	Eis					
23. Juli	72	Aethylbenzoatdampf	756,90	765,40	18,8	14,34	1536,64
	73	desgl.	756,87	765,79	19,0	14,33	1536,99
	74	desgl.	756,90	765,90	19,2	14,33	1537,13
	75	desgl.	756,98	765,85	19,2	14,33	1537,16
	76	Eis	757,05	109,81	19,1	8,16	*875,02*
	77	Chinolindampf	756,93	836,82	19,6	14,97	1608,72
	78	desgl.	756,85	837,54	19,8	14,96	1609,35
	79	desgl.	756,77	837,98	19,9	14,96	1609,71
	80	desgl.	756,72	838,17	19,9	14,96	1609,85
	80a	Eis					

Differenz der Drucke bei *T* Grad und bei 0 Grad. $P_T - P_0$.	Berechnete Temperatur des Luftthermometers. T_l.	Korrigirte Temperaturangaben der Quecksilberthermometer. Nr. 253.	Nr. 254.	Nr. 255.	Nr. 257.	Nr. 258.	Nr. 259.	Nr. 271.	Mittel T_q.	Reduktion des Quecksilberthermometers auf das Luftthermometer. $T_l - T_q$.
mm	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad
438,43	139,84	139,75	139,72	139,74	139,72				139,73	+ 0,11
438,51	139,87	139,78	139,75	139,77	139,76				139,76	+ 0,11
438,59	139,90	139,79	139,78	139,77	139,78				139,78	+ 0,12
	0	*0,25*	*0,11*	*0,12*	*0,30*					
465,66	148,62	148,55	148,54	148,52	148,56				148,54	+ 0,08
465,85	148,68	148,60	148,58	148,57	148,61				148,59	+ 0,09
465,93	148,70	148,62	148,61	148,60	148,63				148,61	+ 0,09
465,90	148,69	148,64	148,62	148,60	148,64				148,63	+ 0,06
		0,25	*0,11*	*0,12*	*0,29*					
498,66	159,28	159,24	159,13	159,12	159,21				159,18	+ 0,10
499,00	159,38	159,33	159,22	159,26	159,31				159,28	+ 0,10
499,28	159,47	159,37	150,24	159,35	159,36				159,33	+ 0,14
499,24	159,46	159,38	159,28	159,37	159,36				159,35	+ 0,11
		0,25	*0,11*	*0,11*	*0,29*					
499,99	159,70	159,66	159,54	159,60	159,62				159,60	+ 0,10
503,08	160,69	160,61	160,52	160,68	160,57				160,60	+ 0,09
503,10	160,70	160,62	160,54	160,66	160,57				160,60	+ 0,10
503,25	160,75	160,67	160,59	160,69	160,61				160,64	+ 0,11
503,73	160,90	160,80	160,76	160,88	160,76				160,80	+ 0,10
	0	*0,25*	*0,10*	*0,11*	*0,29*					
574,79	183,81	183,81			183,78				183,80	+ 0,01
574,92	183,94	183,92			183,90				183,91	+ 0,03
575,46	184,12	184,04			184,02				184,03	+ 0,09
576,96	184,59	184,47			184,44				184,45	+ 0,14
577,05	184,63	184,51			184,47				184,49	+ 0,14
577,13	184,65	184,52			184,50				184,51	+ 0,14
	0	*0,25*			*0,29*					
600,84	192,32	192,13			192,01				192,07	+ 0,25
600,99	192,37	192,16			192,05				192,10	+ 0,27
604,93	193,63	193,64			193,62				193,63	0,00
605,17	193,71	193,71			193,70				193,71	0,00
	0	*0,25*			*0,29*					
621,22	198,93	199,00			198,98				198,99	— 0,06
621,95	199,17	199,24			199,21				199,23	— 0,06
622,11	199,22	199,28			199,24				199,26	— 0,04
		0,23			*0,30*					
661,62	212,11				212,20	212,24	212,25	212,25	212,24	— 0,13
661,97	212,21				212,32	212,33	212,36	212,35	212,34	— 0,13
662,11	212,26				212,37	212,38	212,40	212,38	212,38	— 0,12
662,14	212,27				212,40	212,43	212,42	212,44	212,42	— 0,15
	0				*0,27*	*0,23*	*0,87*	*0,62*		
733,70	235,59					236,04	236,02	236,06	236,04	— 0,45
734,33	235,79					236,26	236,25	236,27	236,26	— 0,47
734,69	235,90					236,37	236,37	236,39	236,38	— 0,48
734,83	235,95					236,49	236,42	236,44	236,45	— 0,50
						0,20	*0,84*	*0,64*		

Datum.	Nr. des Versuches	Bezeichnung des Temperaturbades, in welchem der Versuch angestellt wurde.	Auf 0 Grad reduzirter Barometerstand. b.	Auf 0 Grad reduzirte Höhe der Quecksilbersäule im Manometerrohr über dem Niveau der Spitze. h.	Temperatur des schädlichen Raumes. t.	Korrektion wegen des schädlichen Raumes. $\Delta(b+h)$.	Druck der eingeschlossenen Luft bei der Versuchstemperatur $b+h+\Delta(b+h)$
			mm	mm	Grad	mm	mm
24. Juli	81	Amylbenzoatdampf	754,48	909,55	18,5	+ 15,69	1679,72
	82	desgl.	754,46	911,03	18,9	15,67	1681,16
	83	desgl.	754,46	911,74	19,1	15,67	1681,87
	84	desgl.	754,39	911,98	19,2	15,67	1682,04
	85	desgl.	754,40	914,15	19,4	15,66	1682,21
	86	Eis	754,46	112,50	19,3	8,15	*875,11*
	87	Wasserdampf	754,33	423,45	19,2	11,09	1188,87
	88	Eis	754,15	112,79	19,1	8,15	*875,09*
	89	Glyzerindampf	753,87	1004,24	19,7	16,51	1774,62
	90	desgl.	753,94	1004,58	19,9	16,50	1775,02
	91	desgl.	753,97	1004,60	20,1	16,49	1775,06
	92	desgl.	753,96	1004,84	20,1	16,49	1775,29
	93	Eis	753,96	113,32	20,1	8,13	*875,41*
13. Sept.	94	Eis	760,24	106,79	16,6	8,23	*875,26*
	95	Wasserdampf	759,68	418,92	17,7	11,14	1189,74
	96	Eis	759,50	107,70	18,6	8,17	*875,37*
14. Sept.	97	Paraldehyddampf	760,50	493,75	16,9	11,89	1266,14
	98	desgl.	760,48	494,44	17,1	11,88	1266,80
	99	desgl.	760,48	494,70	17,3	11,88	1267,06
	100	desgl.	760,44	494,97	17,4	11,88	1267,29
	101	Eis	760,28	106,96	17,4	8,21	*875,45*
	102	Anilindampf	759,23	677,10	17,6	13,58	1449,91
	103	desgl.	759,08	677,83	17,8	13,58	1450,49
	104	desgl.	759,05	678,87	18,1	13,57	1451,49
	105	desgl.	758,98	679,24	18,2	13,57	1451,79
	106	Eis	758,91	108,31	18,2	8,18	*875,40*
16. Sept.	107	Eis	766,57	100,69	18,1	8,18	*875,44*
	108	Wasserdampf	766,50	413,03	18,2	11,12	1190,65
	109	desgl.	766,41	413,23	18,7	11,11	1190,75
	110	Eis	766,26	101,00	18,9	8,16	*875,42*
18. Sept.	111	Eis	764,44	102,75	15,5	8,26	*875,45*
	112	Eis	764,46	102,74	15,9	8,25	*875,45*
	113	Wasserdampf	764,53	414,82	16,6	11,16	1190,51
	114	desgl.	764,46	414,87	17,0	11,16	1190,49
	115	Eis	764,40	102,89	17,9	8,19	*875,48*

Differenz der Drucke bei *T* Grad und bei 0 Grad. $P_T - P_0$.	Berechnete Temperatur des Luftthermometers. T_l.	Korrigirte Temperaturangaben der Quecksilberthermometer. Nr. 253.	Nr. 254.	Nr. 255.	Nr. 257.	Nr. 258.	Nr. 259.	Nr. 271.	Mittel T_q.	Reduktion des Quecksilberthermometers auf das Luftthermometer. $T_l - T_q$.
mm	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad
804,61	258,78					259,74	259,65	259,52	259,64	— 0,86
806,05	259,24					260,23	260,15	260,12	260,17	— 0,93
806,76	259,47					260,53	260,41	260,35	260,43	— 0,96
806,93	259,52					260,62	260,47	260,49	260,53	— 1,01
807,10	259,58					260,66	260,53	260,53	260,57	— 0,99
	0					*0,25*	*0,82*	*0,68*		
313,78	99,81									
	0									
899,21	289,71						291,35	291,40	291,38	— 1,67
899,61	289,84						291,42	291,54	291,48	— 1,64
899,65	289,85						291,41	291,50	291,46	— 1,61
899,88	289,93						291,53	291,59	291,56	— 1,63
	0						*0,77*	*0,61*		
	0									
314,37	100,01									
	0									
390,69	124,46	124,44	124,43	124,41	124,38				124,42	+ 0,04
391,35	124,67	124,63	124,60	124,58	124,58				124,60	+ 0,07
391,61	124,75	124,67	124,68	124,66	124,64				124,66	+ 0,09
391,84	124,83	124,77	124,75	124,72	124,71				124,74	+ 0,09
	0	*0,27*	*0,12*	*0,14*	*0,34*					
574,51	183,76	183,73			183,73				183,73	+ 0,03
575,09	183,94	183,88			183,88				183,88	+ 0,06
576,09	184,26	184,16			184,18				184,17	+ 0,09
576,39	184,36	184,24			184,23				184,24	+ 0,12
	0	*0,25*			*0,30*					
	0									
315,22	100,26									
315,32	100,25									
	0									
	0									
	0									
315,05	100,18									
315,01	100,18									
	0									

silberthermometer unter sich ist durchweg über Erwarten gut, denn die Abweichungen vom Mittel betragen meistens nur wenige hundertstel Grade und erreichen nur einmal bei der Vergleichung in Chinolindampf 0,1°. Die mittlere Abweichung von den Mitteln beläuft sich auf 0,022°. Die beiden ersten Vergleichungen im Dimethylanilindampf am 22. Juli mussten von weiterer Verwerthung ausgeschlossen werden, da ihr ganz abweichendes Ergebniss vermuthlich durch Unreinheit der verwandten Substanz herbeigeführt worden ist; sonst sind alle mit derselben Flüssigkeit angestellten Beobachtungen zu Mitteln vereinigt worden und mit den Ergebnissen der beiden andern Versuchsreihen im Nachfolgenden zusammengestellt. Der Einfachheit halber sollen die drei Versuchsreihen im Folgenden als I., II. bezw. III. Reihe bezeichnet werden. In der Zusammenstellung bedeutet T_q die Temperatur des Quecksilberthermometers und δ die Abweichung desselben vom Luftthermometer.

Beobachtete Abweichungen des Quecksilberthermometers aus Jenaer Glas vom Luftthermometer.

Nach den Vorversuchen I. Reihe (1888)		Nach den Versuchen mit dem neuen Luftthermometer II. Reihe (Januar bis März 1889)		III. Reihe (Mai bis September 1889)	
T_q	δ	T_q	δ	T_q	δ
106°	+ 0,01°	—	—	105,7°	+ 0,01°
—	—	—	—	109,3	+ 0,03
—	—	113,7°	+ 0,06°	114,1	+ 0,04
—	—	—	—	124,6	+ 0,07
129	+ 0,09	127,6	+ 0,07	129,5	+ 0,09
138	+ 0,02	138,2	+ 0,07	139,1	+ 0,12
—	—	—	—	139,7	+ 0,11
—	—	148,3	0,00	148,6	+ 0,08
159	— 0,15	158,7	— 0,03	159,9	+ 0,11
184	+ 0,12	184,4	+ 0,07	184,1	+ 0,08
—	—	—	—	193,7	0,00
196	+ 0,04	—	—	199,4	+ 0,02
—	—	—	—	199,2	— 0,05
211	— 0,30	211,9	— 0,39	212,3	— 0,13
237	— 0,99	236,6	— 0,92	236,3	— 0,48
—	—	261,0	— 1,41	260,3	— 0,95
—	—	289,5	— 2,17	291,5	— 1,64
—	—	303,9	— 2,47	—	—

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass die Ergebnisse der drei Reihen bis 200° gut mit einander übereinstimmen, mit alleiniger Ausnahme des Punktes 159°. Bei dieser in Terpentin ausgeführten Vergleichung gelang es innerhalb der I. und II. Reihe nicht, genügend konstante Temperaturen zu erhalten, wahrscheinlich weil das verwendete Oel nicht einheitlich zusammengesetzt war.

Ueber 200° zeigen die beiden ersten Reihen untereinander auch gute Uebereinstimmung, während die Werthe der III. Reihe um 0,2 bis 0,5° von denen der anderen Reihen abweichen. Nichtsdestoweniger haben wir uns zur Ermittlung der endgiltigen Werthe für die letzte Reihe entschieden, weil dieselbe die vollständigste und zugleich die einzige ist, bei welcher der Eispunkt des Luftthermometers genügend beständig geblieben ist.

Zur Ausgleichung der vorstehenden Werthe ist eine Formel von folgender Gestalt angewandt worden:

$$\delta = a\,(100 - T_q)\,T_q + b\,(100 - T_q)^2\,T_q,$$

worin T_q die Temperatur des Quecksilberthermometers und δ seine Abweichung vom Luftthermometer bedeuten.

Die Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate ergab bei den drei Reihen für *a* und *b* nachstehende Werthe:

	a	b
I. Reihe	$-210 \cdot 10^{-7}$	$-311 \cdot 10^{-9}$
II. „	$-284 \cdot 10^{-7}$	$-370 \cdot 10^{-9}$
III. „	$-280 \cdot 10^{-7}$	$-299 \cdot 10^{-9}$

Bildet man für die vorher zusammengestellten Beobachtungen der einzelnen Reihen die Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Beobachtung und der Berechnung unter Benutzung der entsprechenden Konstanten, so erhält man die folgenden übrigbleibenden Fehler in 0,01°:

Beobachtung. — Berechnung.

I. Reihe	II. Reihe	III. Reihe
0	+ 2	− 1
+ 5	0	0
− 3	− 1	0
− 18	− 8	+ 1
+ 20	− 9	+ 2
+ 21	+ 11	+ 3
+ 2	− 8	+ 2
− 29	− 44	− 2
	− 11	+ 1
	+ 12	+ 4
	+ 45	0
		+ 5
		− 2
		0
		− 7
		− 12
		− 1

Auch dieses Ergebniss dürfte die Auswahl der III. Reihe zur Berechnung der endgiltigen Reduktionswerthe rechtfertigen.

Es erübrigt jetzt noch, zum bequemeren Gebrauch der Ergebnisse vorstehender Untersuchungen die Abweichungen der Thermometer aus Jenaer Glas vom Luftthermometer, wie sie aus der Formel für die III. Reihe hervorgehen, von 10 zu 10° für Temperaturen zwischen 100 und 300° zusammenzustellen, was in der folgenden Tafel geschehen ist. T_q bedeutet wie vorhin die Temperatur des Quecksilberthermometers und δ dessen Abweichungen vom Luftthermometer.

T_q	δ	T_q	δ
100°	0,00°	200°	− 0,04°
110	+ 0,03	210	− 0,11
120	+ 0,05	220	− 0,21
130	+ 0,07	230	− 0,32
140	+ 0,09	240	− 0,46
150	+ 0,10	250	− 0,63
160	+ 0,10	260	− 0,82

T_q	δ	T_q	δ
170°	+ 0,08°	270°	— 1,05°
180	+ 0,06	280	— 1,30
190	+ 0,02	290	— 1,58
200	— 0,04	300	— 1,91

Mittels dieser Werthe ist man also im Stande ein wegen Kaliber, Gradwerth und Eispunkt korrigirtes Quecksilberthermometer aus Jenaer Glas auf die Angaben des Luftthermometers zurückzuführen.

Schliesslich sei es gestattet, noch die aus der Formel der III. Reihe sich ergebenden Reduktionen auf das Luftthermometer für Temperaturen unter 100° hier zusammenzustellen, um sie mit den von Chappuis[1]) für Thermometer aus Tonnelot'schem Glase in Bezug auf ein Stickstoffthermometer unmittelbar erhaltenen Werthe zu vergleichen.

T_q	δ für Jenaer Glas nach vorstehender Formel.	δ für Tonnelot'sches Glas nach Chappuis.
— 20°	+ 0,153°	+ 0,159°
— 10	+ 0,067	+ 0,067
0	0,000	0,000
+ 10	— 0,049	— 0,046
20	— 0,083	— 0,075
30	— 0,103	— 0,091
40	— 0,110	— 0,097
50	— 0,107	— 0,094
60	— 0,096	— 0,085
70	— 0,078	— 0,071
80	— 0,054	— 0,052
90	— 0,028	— 0,029
100	— 0,000	0,000

Die Uebereinstimmung der Werthe beider Reihen ist so gut, als man erwarten kann, da die grösste Abweichung bei 50° nur 0,013° beträgt.

Charlottenburg, im Februar 1890.

Krystallrefraktometer nach Abbe.

Von
Dr. S. Czapski in Jena.

Der hier zu besprechende Apparat, schon vor Jahren geplant, aber in Folge anderer dringenderer Arbeiten nicht zur Ausführung gebracht, stimmt im Prinzip mit dem von Pulfrich angegebenen und von Wolz in Bonn konstruirten „Totalreflektometer“ überein[2]). Da er jedoch diesem gegenüber einige Vorzüge bietet, so erschien die Ausführung desselben auch nach dem Bekanntwerden der Pulfrich-Wolz'schen Instrumente nicht überflüssig und möge darum hier eine Beschreibung desselben Platz finden.

[1]) *Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures. Band VI. 1888.* — [2]) *Wied. Ann.* **30.** *S. 193. 487.* **31.** *S. 724. D. Zeitschr. 1887. S. 16. 55. 392.*



Ein erstes Exemplar des Krystallrefraktometers befand sich auf der Naturforscherversammlung zu Heidelberg in der mit dieser verbundenen Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente und wurde von mir in der gemeinsamen Sitzung der Sektionen für Physik, Chemie, Mineralogie und Instrumentenkunde erläutert. Eine kurze Beschreibung desselben erschien in den Berichten über diese Sitzung in *dieser Zeitschrift*[1]), im *Tageblatt der Naturforscherversammlung*[2]) und anderwärts.

Prinzip des Apparats.

Das Prinzip des Apparates ist, wie oben bemerkt, das nämliche wie das des Pulfrich-Wolz'schen: Der Brechungsexponent von flüssigen wie festen Substanzen wird gemessen durch den Grenzwinkel der Totalreflexion, welche Licht bestimmter Wellenlänge an dem planen Querschnitt eines Rotationskörpers aus Flintglas erfährt und zwar innerhalb desselben und gegen das an diese Planfläche angrenzende, zu untersuchende Medium.

Herr Pulfrich — dessen Anordnung ich wohl als bekannt voraussetzen darf — hat als Grundkörper einen vertikal gestellten Zylinder gewählt, dessen Endfläche genau senkrecht zur Axe geschliffen ist. Die Herstellung eines zylindrischen Körpers mit der Genauigkeit, die hier erforderlich ist, bietet jedoch in technischer Beziehung erhebliche Schwierigkeiten und wenn auch Herr Wolz, der ausführende Mechaniker, derselben schliesslich genügend Herr geworden ist, so bleibt das Bestehen derselben immer ein unerwünschter Missstand.

Es erschien daher schon aus diesem rein technischen Grunde vortheilhaft, dem Glaskörper diejenige Form zu ertheilen, welche ihm mit der grössten überhaupt erreichbaren Vollkommenheit und relativ leicht gegeben werden kann: die sphärische, d. h. die Form einer Halbkugel mit nach oben gerichteter planer Grundfläche. Die Wahl dieser Gestalt bot aber auch noch in anderer Beziehung Vortheile dar, auf welche ich weiter unten näher zu sprechen kommen werde.

Theorie des Apparats.

Sei C (Fig. 1) der Mittelpunkt einer Halbkugel vom Brechungsindex N. Bei C sei eine, auf der betreffenden Seite ebene Substanz vom Index n auf die plane Grundfläche der Halbkugel aufgelegt und zwar entweder direkt, wenn diese Substanz eine Flüssigkeit ist, oder indirekt mittels eines Tropfens Flüssigkeit von höherem Index als dem der Substanz, wenn es ein fester Körper ist.

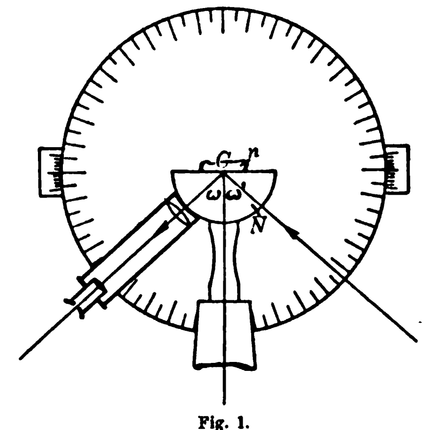


Fig. 1.

Beleuchtet man dann die Halbkugel von unten her mit monochromatischem Lichte, so werden die Strahlen von einer bestimmten Inzidenz w an total reflektirt, die unter grösserem Winkel einfallenden werden dies ebenfalls, die unter geringerer Inzidenz einfallenden sind nur partiell reflektirt, also weniger lichtstark als jene. Ein in der Halbkugel befindliches auf ∞ akkomodirtes und nach C blickendes Auge würde also in bekannter Weise ein Stück der Grenzkurve, bezw. (bei doppelbrechenden Körpern) der Grenzkurven der Totalreflexion an der Substanz S erblicken. Lässt man das Licht, statt von unten her,

1) *1889. S. 360.* — 2) *S. 725.*

über die Grundfläche streifend gegen C einfallen, so erhält man dieselben Kurven als Begrenzungen von Theilen des Sehfelds, die noch durch weit stärkeren Kontrast zwischen Hell und Dunkel sich gegen einander abheben.

Beim Verlassen der Kugel werden die betreffenden totalreflektirten, bezw. gebrochenen Strahlenbüschel jedoch modifizirt. Ihre Axen behalten zwar als Radienvektoren der brechenden Halbkugel ihre vorige Richtung bei; die vorher parallelstrahligen Büschel selbst jedoch werden durch die Brechung an der sphärischen Fläche der Halbkugel in je einem Punkt vereinigt. Auf einer mit der Halbkugel konzentrischen Fläche in einem Abstande gleich der Brennweite der Kugelfläche würde also bei geeigneter Beleuchtung des zu untersuchenden Objektes ein reelles Bild von dessen Grenzkurven der Totalreflexion entstehen, so scharf als eine einfache Brechung an einer sphärischen Fläche es eben ergiebt. Man würde dasselbe zur objektiven Demonstration der Erscheinung benutzen können, ganz ähnlich, wie Pulfrich dies in seinem „Krystallrefraktoskop" gethan hat[1]). Ein Unterschied zwischen einem solchen Apparate und dem seinigen bestände nur in der Schärfe der Grenzkurven, welche hier, bei axialer Brechung an einer sphärischen Fläche, natürlich weit vollkommener ist als dort bei schiefer Brechung an einer zylindrischen.

Bei den vorliegenden, zur subjektiven Beobachtung und Messung eingerichteten Instrumenten jedoch war daran gelegen, die durch Brechung an der Halbkugel konvergent gemachten Strahlenbüschel wieder in telezentrische zu verwandeln, um auf diese ein auf ∞ eingestelltes Fernrohr anwenden zu können. Dies ist auf folgende Weise erreicht: Ein gegen C gerichtetes Fernrohr ist mit einem Objektiv versehen, dessen Aussenfläche plan sein müsste, damit es für telezentrische Strahlen sphärisch und chromatisch korrigirt sei. Denkt man sich auf dieses Objektiv eine plankonkave Linse von gleichem Glase und gleicher Krümmung wie die der Halbkugel aufgekittet und dies Objektiv der Halbkugel so nahe als möglich gerückt, so ist klar, dass die betreffende Plankonkavlinse mit ihrer konkaven Fläche die Wirkung der Halbkugelfläche gerade aufhebt. Die Strahlenbüschel verlassen diese Plankonkavlinse also wieder als telezentrische. Die Konkavlinse wirkt mit der Halbkugel zusammen gerade so wie ein Prisma von variablem Winkel, dessen Seiten die Planflächen der Halbkugel und der Plankonkavlinse sind und zwar ist zu letzterer Planfläche das mittlere austretende Strahlenbüschel stets senkrecht.

In Wirklichkeit ist diese Einrichtung dadurch noch mehr vereinfacht worden, dass für die äussere Linse des Fernrohrobjektives ebenfalls das gleiche Glas wie für die Halbkugel gewählt worden ist. Alsdann hat man dieser Aussenlinse einfach nur statt einer planen Vorderfläche eine konkave vom Radius der Halbkugel zu ertheilen, um in ihr die Wirkung beider Linsen — der äusseren Fernrohr- und der plankonkaven Zusatzlinse — zu vereinigen. Doch ist dies unwesentlich. Richtet man dieses Fernrohr gegen die Halbkugel, so formiren in seiner Brennebene ein scharfes Bild nur solche Strahlenbüschel, welche die Planfläche der Halbkugel als telezentrische verlassen haben. Dadurch ist das Fernrohr also geeignet, blosse Richtungsdifferenzen solcher Strahlenbüschel aufzufassen und zur Wahrnehmung zu bringen wie dies erforderlich ist.

Andrerseits ist das vom Fernrohr gelieferte Bild, wie aus dem Gesagten

---

[1]) *Diese Zeitschrift 1887. S. 25.*



gefolgert werden kann und durch die Beobachtung bestätigt wird, im ganzen Sehfeld durchaus von gleicher Güte wie das bei gewöhnlichen spektrometrischen Messungen unter Anwendung eines guten Fernrohrs und Prismas sich darbietende.

In dieser leichten Möglichkeit, qualitativ vollkommne Bilder der Totalreflexionsgrenzen zu erhalten, liegt ein zweiter, wesentlicher Vortheil der Anwendung einer Halbkugel gegenüber der eines Zylinders. Letzterer verwandelt die durch ein Stück seiner Mantelfläche gebrochenen Parallelstrahlenbüschel nothwendig stets in astigmatische. Die eine Brennlinie derselben liegt in der Zylinderaxe selbst und ist dem Fernrohr zu nahe, um bei Einstellung auf ∞ überhaupt wahrgenommen zu werden. Die andere, im Unendlichen liegende ist senkrecht zur Zylinderaxe, also horizontal; diese ist es, welche bei auf ∞ eingestelltem Fernrohr allein in Erscheinung tritt. Bei einfach brechenden Substanzen oder dem ordentlichen Strahl doppeltbrechender, wenn die Grenze der Totalreflexion ein horizontaler Kreis ist, stört dieser Astigmatismus wenig; denn alsdann legen sich die horizontalen Brennlinien, die statt einzelner Bildpunkte im Fernrohr erscheinen, über-, und nur in ihrer eigenen Verlängerung nebeneinander, erwecken also fast den Eindruck einer einzigen scharfen und geraden Grenzlinie. Für die ausserordentlichen Strahlen doppeltbrechender Substanzen hingegen, bei welchen die Grenzkurve gegen die Horizontale geneigt ist, muss der Umstand, dass statt jedes Punktes eine kleine horizontale Linie auftritt, natürlich zu einer erheblichen Verundeutlichung des Bildes (d. h. einer Verwaschenheit der Grenzkurve) führen. Herr Pulfrich, welchem dieser Uebelstand durchaus nicht entgangen ist, setzt daher bei Anwendung solcher Substanzen — und zu deren Untersuchung ist der Apparat doch in erster Linie konstruirt — vor das Objektiv seines Fernrohrs einen vertikalen Spalt. Hierdurch erreicht er nun wohl die nöthige Bildschärfe, aber natürlich nur auf Kosten der Helligkeit; auch erregt die Anwendung eines solchen Spaltes noch in anderer Hinsicht Bedenken.

Herr Pulfrich hat — wie er mir bei Gelegenheit der Naturforscherversammlung zu Heidelberg privatim mitgetheilt hat — versuchsweise auch einmal eine im Prinzip ganz ähnliche Einrichtung getroffen, wie sie bei dem Abbe'schen Instrument verwirklicht ist. Er hat, wenn ich ihn recht verstand, vor dem zylindrischen Grundkörper und ganz nahe an demselben eine plankonkave Zylinderlinse von gleicher Höhe, gleicher Krümmung und gleichem Glase wie der Grundkörper fest aufgestellt. Dieselbe kompensirt dann ebenfalls die Wirkung der Zylindermantelfläche und die Strahlen verlassen diese Vorrichtung genau wie das rechtwinklige Prisma, welches er in seinen einfacheren Instrumenten anwendet, während der Vortheil der leichten Untersuchung einer Substanz in allen Azimuthen in Folge der Drehbarkeit des zylindrischen Grundkörpers unverändert erhalten bleibt. Der Anwendung einer solchen plankonkaven Zylinderlinse stehen nur die gleichen Bedenken entgegen, und in vermehrtem Grade, wie der eines zylindrischen Grundkörpers überhaupt. Auch sie muss mit der äussersten Vollkommenheit hergestellt sein, damit sie gute Bilder ergiebt — und das hat eben bei zylindrischen Flächen seine erheblichen Schwierigkeiten. Sie muss ferner der Axe des Grundzylinders mit ihren beiden Flächen vollkommen parallel stehen, damit nicht systematische und unkontrolirbare Fehler in die Messungen eintreten. Auch in letzterer Beziehung bietet die plankonkave sphärische Korrektionslinse entschiedene Vortheile dar, wie sich bei der Diskussion der Fehlerquellen zeigen wird.

Es werden also, wie gesagt, in der Brennebene des Fernrohrs bei dem



Abbe'schen Apparate scharfe Bilder der Grenzkurven von einfach oder doppelbrechenden Substanzen und zwar bei reflektirtem wie durchfallendem Lichte entworfen. Ist das Okular mit Fadenkreuz versehen, so kann man mittels desselben

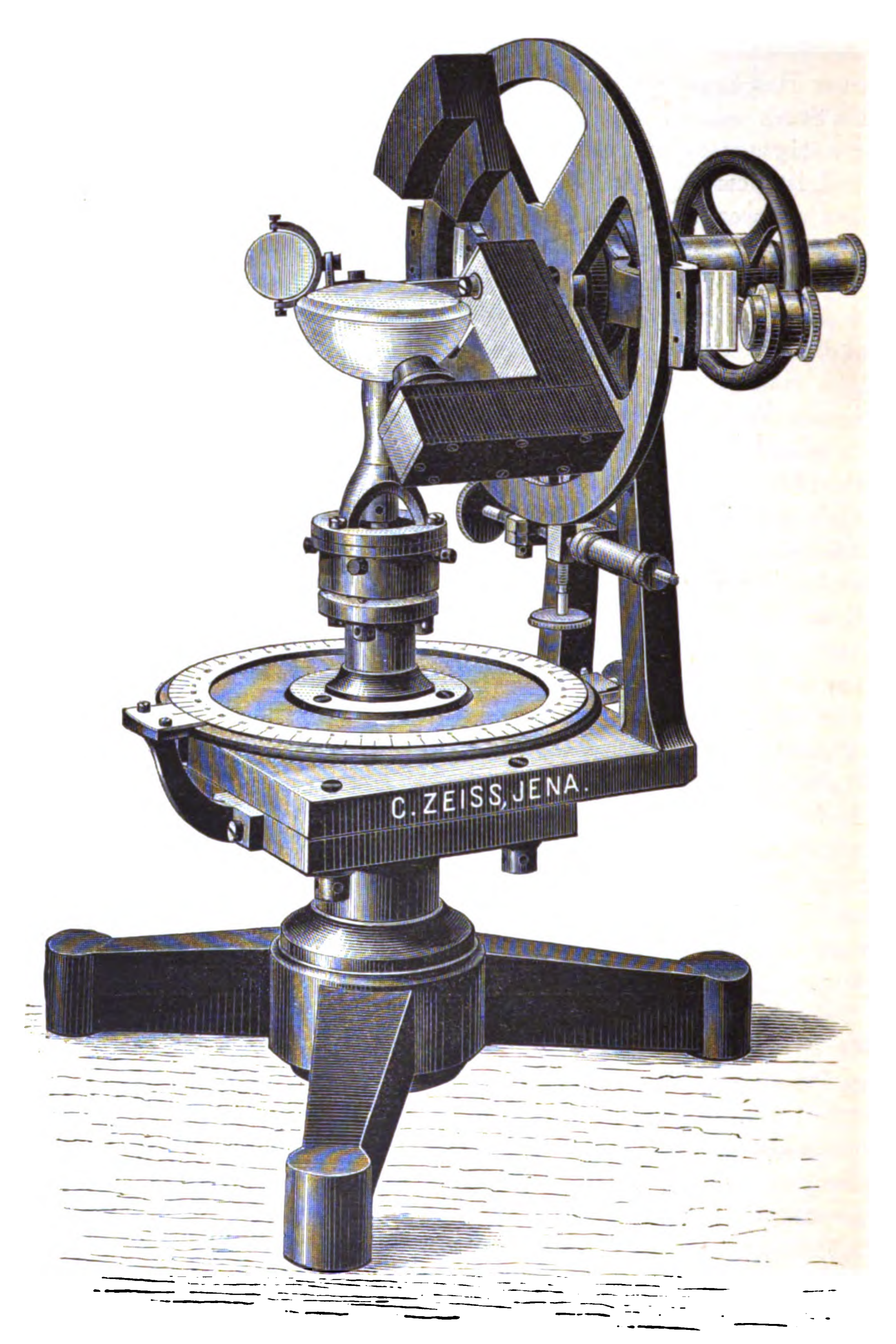


Fig. 2.

das Fernrohr auf einen bestimmten Punkt der Kurven einstellen und aus der Ablesung am vertikalen Theilkreise den Brechungsexponent der betreffenden Substanz berechnen. Durch Drehung des horizontalen Kreises sammt der Halbkugel und

der ungeändert auf ihr verbleibenden Substanz kann man dasselbe für jedes beliebige Azimuth thun.

In der That, ist N der Brechungsexponent der Halbkugel, n derjenige der auf ihr aufliegenden Substanz in dem betreffenden Azimuth und w der Winkel des total reflektirten Strahls mit der Normalen der Kugelplanfläche, so ist offenbar ganz einfach: $n = N \sin w$. Auf das nähere Detail dieser Messungen gehe ich weiter unten ein, nachdem die Konstruktion des Apparates erläutert ist.

Beschreibung des Instruments.

Fig. 2 (a. v. S.) giebt von demselben eine perspektivische Ansicht in halber natürlicher Grösse, Fig. 3 einen Vertikalschnitt, in welchem der Deutlichkeit wegen einzelnen beweglichen Theilen des Apparats eine etwas andere Stellung gegeben ist.

In dem konisch ausgedrehten Kern eines massiven Dreifusses A dreht sich die Büchse B und mit dieser der ganze Apparat leicht um die Vertikale.

Die Büchse B endigt in eine Platte, an welche einerseits der Arm b mit dem Index i des Horizontalkreises geschraubt ist, auf welcher andererseits, justirbar, eine zweite Platte W ruht, die sich am einen Ende rechtwinklig in den Bock T fortsetzt, welcher den Vertikalkreis und das Fernrohr trägt. B ist selbst konisch ausgedreht, um die Axe C des Horizontalkreises HH aufzunehmen, welch letzterer eine einfache Gradtheilung trägt. Durch die Klemmung U kann dieser Kreis sammt der von ihm getragenen Halbkugel in jedem Azimuth arretirt werden. In der Mitte des Kreises HH erhebt sich eine zweite Büchse DD, welche nach oben in einen Flansch ausläuft, auf welchem der Zentrirkopf E ruht, der zur Justirung der Halbkugel K aus Flintglas dient. Letztere hat in ihrem unteren Pol einen hohlen Ausschliff und ist mit diesem auf einen an seinem oberen Ende entsprechend erhaben geschliffenen Stahlzapfen S aufgekittet. S ist auf eine durchbrochene Haube J geschraubt, die nach unten auf einem Flansch mit gut plangeschliffener Basis aufsitzt. Mit dieser setzt sie sich auf die ebenso geschliffene obere Ansatzfläche des Zentrirkopfs E auf. Die Flächen sind durch drei Schrauben verbunden, von denen in Fig. 3 nur eine, Q, ersichtlich ist. Eine derselben und die zu ihr gehörige Oeffnung ist durch Ziffern gekennzeichnet. Für den Transport wird das Stück KSJ

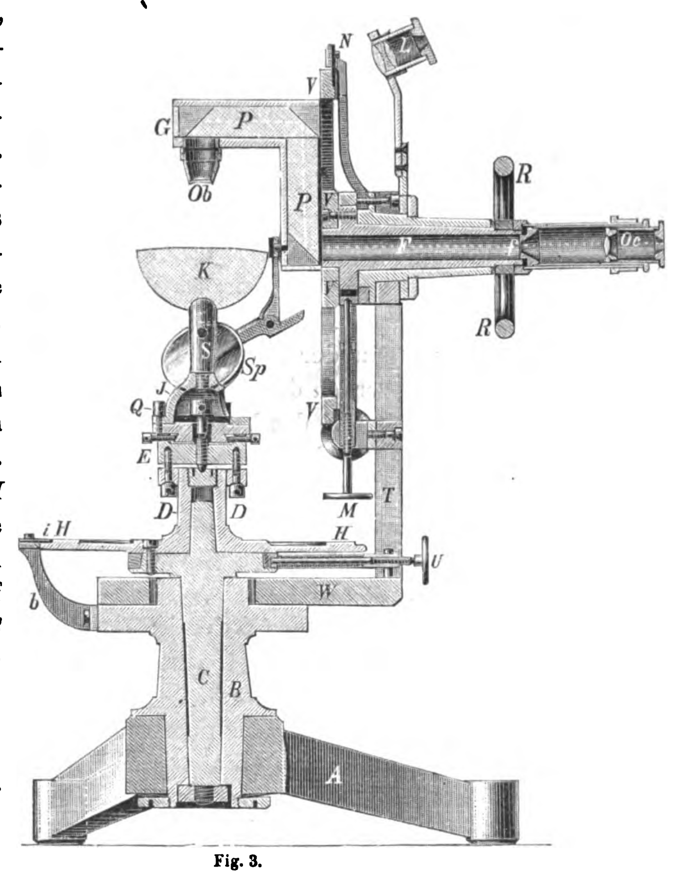


Fig. 3.

abgenommen und besonders verpackt, weil sonst die schwere Halbkugel leicht abbrechen und Schaden nehmen oder verursachen könnte. Um den Apparat in Gebrauch zu nehmen, genügt es dann, dieses Stück, nach guter Reinigung der Schlussflächen, auf den Zentrirkopf in solcher Stellung aufzusetzen, dass die bezifferte Schraube und ihre Mutter wieder zusammen kommen, und die drei Schrauben sanft anzuziehen. Alsdann ist die Halbkugel sehr nahe wieder ebenso justirt, als sie es vorher war.

Die Einrichtung und der Gebrauch des Zentrirkopfs bedarf wohl kaum einer näheren Erläuterung. Die vertikal von unten nach oben gehenden Schrauben dienen dazu, die Planfläche der Halbkugel genau senkrecht zur Drehungsaxe von *C* zu stellen, die grössere unter der Haube *J* von oben nach unten gehende Schraube dazu, die ganze Halbkugel zu heben oder zu senken; mittels der horizontalen, nach innen gerichteten Schrauben endlich verschiebt man die Halbkugel, so dass ihre Axe mit der Drehaxe des Instruments auch örtlich zusammenfällt.

Der Bock *T*, welcher in seiner in Fig. 2 ersichtlichen Durchbrechung die Arretirung *U* hindurch lässt, trägt, wie oben bemerkt, den Vertikalkreis und das Fernrohr und zwar ist — einer Anregung von Herrn Dr. Rod. Zeiss zu Folge — neuerdings die Einrichtung getroffen worden, dass die Axe des Vertikalkreises hohl ist und zugleich das Okularende des Beobachtungsfernrohrs bildet. Hierdurch wird zwar mechanisch eine kleine Komplikation eingeführt, für den Endzweck des Instrumentes selbst aber der Vortheil erreicht, dass nunmehr alle Manipulationen und Ablesungen von derselben Seite und bei fast unveränderter Kopfhaltung erfolgen können.

Das Fernrohr muss zu diesem Zwecke ein dreifach gebrochenes sein. Um Reflexe möglichst zu vermeiden, ist dies in der Weise bewerkstelligt, dass zwei prismatische Glaskörper *PP* aneinander gekittet sind, deren Endflächen unter 45° abgeschrägt sind, wie aus der Figur 3 näher ersichtlich ist. Die in das Objektiv *Ob* eintretenden Strahlen werden durch Totalreflexion an diesen drei unter 45° geneigten Spiegelflächen in die Axe *F* des Vertikalkreises gelenkt und erzeugen in der Brennebene *f* des Objektivs das Bild, welches mittels des Okulars *Oc* beobachtet wird.

Diese prismatischen Glaskörper befinden sich in einem metallenen Gehäuse *G*, welches mit einer Speiche des Kreises *V* verschraubt ist und am anderen Ende seitlich das Objektiv *Ob* trägt. Durch ein Gegengewicht ist dieses Prismengehäuse am Kreise balanzirt.

Die Brennweite des Objektivs ist etwa 180 *mm*, die des Okulars 35 *mm*, so dass sich eine etwa fünffache Gesammtvergrösserung ergiebt. Die Grösse der freien Objektivöffnung beträgt 8 *mm*.

Der Kreis *V* sammt diesem gebrochenen Theil des Beobachtungsfernrohrs kann durch einen Ring *R* vom Okularende aus um seine (horizontale) Axe gedreht werden und bestreicht zwei feste Nonien *N*, die mit Lupen *L* abgelesen werden. Eine Klemmvorrichtung *M* arretirt ihn in gewünschter Lage. Eine in Fig. 3 nur angedeutete, in Fig. 2 näher ersichtliche Mikrometerschraube mit Gegenfeder dient zur ferneren Einstellung. (In Fig. 3 ist einer der Nonien vertikal stehend gezeichnet, nur um ihn überhaupt noch darzustellen. In Wirklichkeit stehen sich die Nonien, wie in Fig. 2 in einem horizontalen Durchmesser des Kreises gegenüber). Der Kreis *V* hat 135 *mm* Durchmesser, die Ablesung durch Nonien geht direkt auf 20″. 10″ können noch gut geschätzt werden, wofern die Genauigkeit der Einstellung dies wünschenswerth macht.

Endlich befindet sich in dem Prismengehäuse noch der Zapfen eines für sich drehbaren und innerhalb gewisser Grenzen neigbaren Beleuchtungsspiegels *Sp*. Auf das mit Fadenkreuz versehene Okular *Oc* kann ein Analysator mit oder ohne Theilkreis aufgesetzt, das Okular selbst kann durch ein Okularspektroskop oder ein sogenanntes „Goniometer-Okular" ersetzt werden, wovon weiter unten die Rede sein wird.

Die Beleuchtung.

Das Krystallrefraktometer kann, wie oben bemerkt, mit durchfallendem wie mit reflektirtem Lichte benutzt werden. Um ersteres anzuwenden, empfiehlt es sich jedoch, wie auch Herr Pulfrich hervorgehoben hat, die zu untersuchende Substanz, wenn es eine Flüssigkeit ist, in ein auf die facettirte Kante mittels etwas Wachs oder Paraffin aufgekittetes Glasrohr einzufüllen (dasselbe braucht höchstens 5 *mm* hoch zu sein; seine dauernde Anwesenheit stört nicht sonstige Arbeiten) oder — wenn es sich um eine feste, und namentlich eine doppelbrechende Substanz handelt, dieselbe in Form eines Zylinderchens mit guter planer Grundfläche zu schleifen und zu poliren. Alsdann kann man am bequemsten und sichersten streifend einfallendes Licht in die Halbkugel senden.

Der Kontrast zwischen einem hellen und einem völlig dunklen Theil des Sehfelds, wie er bei der Beobachtung der Grenzkurven im durchfallenden Licht sich darbietet, macht natürlich diese Erscheinung sehr viel markanter und bewirkt eine leichtere und schärfere Auffassung derselben, als wenn es sich nur um die Grenze zwischen einem hellen und einem weniger hellen Theile des Sehfelds handelt. Der Umstand aber, dass, wie erwähnt, die erstere Beobachtungsweise an einige nicht immer gut zu erfüllende Bedingungen geknüpft ist, dass sie einen grösseren Materialverbrauch erfordert, dass sie auf leidlich durchsichtige Substanzen beschränkt ist, dass bei ihrer Anwendung relativ leicht Irrthümer vorkommen können u. A. m., giebt der Beobachtung im reflektirten Licht einen wesentlichen Vorzug. Zum mindesten muss die Beobachtung im reflektirten Licht stets zur Kontrole derjenigen im durchfallenden herangezogen werden. Bei der vorzüglichen Schärfe der Grenzen, die das Abbe'sche Instrument zeigt, bietet die Auffindung und Einstellung derselben auch durchaus keine nennenswerthen Schwierigkeiten dar. Für diese Beobachtungsweise braucht die Substanz nur eine einzige plane Fläche angeschliffen zu erhalten und kann sonst beliebig gestaltet sein; mittels eines Tropfens einer Flüssigkeit von höherem als ihrem eigenen Index wird dieselbe dann mit der Planfläche der Halbkugel verbunden.

Wenn daher auch der Apparat an sich — ebenso wie der Pulfrich'sche — gleicherweise mit beiden Verfahren anwendbar ist und dem Dafürhalten des Beobachters die vorzugsweise Anwendung des einen oder anderen überlassen bleibt, so ist doch auf die Beobachtung im reflektirten Licht besonders Rücksicht genommen und besondere Fürsorge dafür getroffen, dass ein schneller und bequemer Uebergang von der einen zur anderen Beleuchtung möglich sei. Zu diesem Zwecke ist der um die Axe des Vertikalkreises bewegliche Spiegel *Sp* angebracht. Die Beobachtungsweise ist nun so gedacht, dass die Lichtquelle — sei es eine farbige Flamme, sei es eine horizontal, auf Durchsicht, gestellte Geissler'sche Röhre — in geringer Entfernung von dem Apparat in der Verlängerung der Fernrohraxe aufgestellt sei. Mittels des Spiegels *Sp* ist es dann leicht, das Licht dieser Flamme über die Planfläche der Halbkugel streifend hinzusenden. Man kontrolirt dies, indem man parallel dem Vertikalkreise über diese Fläche streifend nach dem Spiegel hin visirt. Man



hat denselben dann nur so weit zu drehen, dass man in ihm die Flamme erblickt. Ist dies erreicht und hat man eventuell die diesem Lichteinfall entsprechende Grenzkurve im Apparat beobachtet, so genügt offenbar eine blosse Drehung des Spiegels mittels seines Armes um den in der Vertikalkreisaxe befindlichen Zapfen, um mit Sicherheit auch unter dem der untersuchten Substanz entsprechenden Grenzwinkel in die Kugel einfallendes Licht zu erhalten, ohne dass man sonst irgend etwas an dem Apparat zu verstellen hat. Die von dem Spiegel reflektirten Strahlen beschreiben bei seiner Drehung unter den angenommenen Verhältnissen die Basis eines Kegels, dessen Spitze die Flamme ist und die den Kugelmittelpunkt enthält. Je nachdem die Lichtquelle näher oder ferner ist, muss dabei der Spiegel in seinem Charnier verschieden gegen seinen Arm geneigt sein.

Ohne einen solchen Spiegel würde einerseits ein so schneller und sicherer Uebergang von durchfallendem zu reflektirtem Lichte kaum möglich sein, andererseits unter spitzer Inzidenz einfallendes Licht kaum ohne Gefährdung der Halbkugel hervorgebracht werden können.

Auch wenn die Orientirung der Lichtquelle in der Fernrohraxe nicht genau genug ist, um mit Sicherheit durch blosse Drehung des Spiegelarms von durchfallendem zu reflektirtem Licht übergehen zu können, ist es doch leicht, unter Zuhilfenahme einer Drehung des ganzen Apparats um seine Vertikalaxe, gute Beleuchtung zu erlangen. Am bequemsten bleibt jedoch immer die Aufstellung der Lichtquelle in der Höhe der Fernrohraxe. Bei dieser Aufstellung ist es ebenso leicht möglich, von der Beobachtung auf der einen Seite zu der auf der anderen Seite der Halbkugel — bei unveränderter Lage dieser — überzugehen. Man hat hierzu nur den Spiegel in seinem Charnier zurückzuschlagen, bis er die gerade Fortsetzung seines Arms bildet und dann den Vertikalkreis so zu drehen, dass der Spiegel unterhalb, das Fernrohrobjektiv oberhalb der Halbkugel sich bewegend, in die zur ersteren symmetrische Stellung kommen.

Justirung des Apparats.

Für die richtige Funktionirung des Instruments und für die Berechnung der Indizes nach der einfachen Formel $N \sin w = n$ bestehen mehrere Voraussetzungen, von deren genügender Erfüllung man sich überzeugen, die man eventuell neu herstellen muss, ehe man an die eigentlichen Messungen geht. Diese Voraussetzungen betreffen vor allem die Halbkugel.

Die Gestalt derselben lässt sich durch Anwendung der Fraunhofer'schen Probe (Newton'schen Farben), sowohl in der sphärischen als in der planen Fläche bekanntlich bis auf wenige zehntel Mikron genau erreichen. Für einen geübten Optiker bietet dies — zumal bei den vorliegenden Dimensionen — nicht die mindesten, den Rahmen des Gewöhnlichen überschreitenden Schwierigkeiten. Darauf, dass die Planfläche wirklich durch den Kugelmittelpunkt gehe, der Glaskörper eine genaue Halbkugel sei, kommt es gar nicht an; denn die Richtung der reflektirten oder gebrochenen Strahlen hängt nicht von der absoluten Lage der reflektirenden oder brechenden Ebene im Raume, sondern nur von deren Neigung gegen andere ab. Erforderlich aber ist, dass der Mittelpunkt der Kugel, von welcher der Glaskörper ein grösseres oder kleineres Segment bildet, genau in der Axe des Vertikalkreises liege, nicht höher noch tiefer. Denn läge z. B. der Mittelpunkt der sphärischen Fläche des Glaskörpers in C unterhalb der Axe M des Theilkreises, mit welchem das Fernrohr sich dreht, so würde zwischen Fernrohr und

Halbkugel eine Art Luftprisma entstehen, dessen Winkel eine Funktion von *w* wäre und welches durch Ablenkung des total reflektirten Strahlenbüschels zu einem zu kleinen Grenzwinkel *w* führen würde, das berechnete *n* würde also entsprechend zu klein; umgekehrt, wenn *C* über *M* liegt.

Ob diese Bedingung der Koincidenz von *C* und *M* erfüllt sei, dafür steht dem Beobachter das einfache Mittel zu Gebote in der Messung eines bekannten Index, etwa desjenigen der Halbkugel bezw. der Luft selbst. Je nachdem dieser zu gross oder zu klein ausfällt, muss die Kugel mit den betreffenden Justirschrauben des Zentrirkopfes gehoben oder gesenkt werden. Wem es unbequem ist, diese Manipulationen so lange fortzusetzen, bis die Justirung vollständig erreicht ist, kann sich mit einer unvollständigen begnügen, wofern er an den Resultaten der Messungen eine kleine rechnerische Korrektion anbringt, welche weiter unten angegeben werden soll.

Eine zweite, wenn auch nicht unbedingte Forderung ist, dass die Planfläche der Halbkugel senkrecht stehe zur Umdrehungsaxe des Horizontalkreises. Eine Abweichung hiervon würde einerseits eine kleine Fälschung der Ablesungen am Horizontalkreise bewirken, was meist weniger ins Gewicht fallen wird; es würde dann aber ferner die Grenzkurve eines einfach brechenden Körpers „schlagen" d. h. wie die eines doppelbrechenden eine kontinuirlich verschiedene Einstellung des Fernrohrs bei Drehung der Halbkugel um die Vertikale nöthig machen. Der hieraus hervorgehende Messungsfehler wird zwar vollständig eliminirt, wenn die Beobachtungen immer in entgegengesetzten Lagen des Fernrohrs (Einfalls- und Reflexionsrichtung vertauscht) oder bei um 180° verschiedenen Stellungen der Halbkugel angestellt und so paarweise kombinirt werden. Das Vorhandensein dieses Justirungsfehlers ist aber immerhin unerwünscht und man wird daher gut thun, denselben zu beseitigen. Man prüft ihn, indem man, statt einer Auslöschungsgrenze von unten her, das gewöhnliche Reflexbild etwa eines Fensterkreuzes an der Planfläche von oben her beobachtet, während man den Horizontalkreis dreht. Zu diesem Zwecke muss das Fernrohrobjektiv allerdings erst in ein für unmittelbare Fernbeobachtungen geeignetes verwandelt werden. Dies geschieht durch Aufschrauben einer Plankonvexlinse von gleicher Krümmung und gleichem Glase, wie die Halbkugel hat. Eine solche Hilfslinse ist jedem Instrument beigegeben.

Ist diese Orientirung hergestellt, so können die Brechungsexponenten auch von doppelbrechenden Körpern schon durch einseitige Beobachtung ermittelt werden. Doch ist bei Messungen, die einigermaassen genau sein sollen, stets die beiderseitige Beobachtung anzuwenden.

Es ist endlich wünschenswerth, dass die durch den Mittelpunkt der Halbkugel gehende Normale zu ihrer Planfläche nicht bloss der Richtung nach, sondern auch örtlich zusammenfalle mit der vertikalen Umdrehungsaxe des Horizontalkreises. Man prüft dies mittels eines Fühlhebels, den man an die Halbkugel nahe ihrem Aequator anlegt, während man den Horizontalkreis dreht. Die Erfüllung dieser Bedingung ist jedoch mehr Sache des ausführenden Mechanikers als des Beobachters. Ebenso ist es Sache des Mechanikers, den Vertikalkreis richtig zu orientiren, so dass derselbe genügend parallel der Drehungsaxe des Horizontalkreises ist, dass seine Axe die Axe des letzteren schneidet u. s. w.

Wir können also nach diesen Vorbereitungen zu den Messungen und dem bei ihnen einzuschlagenden Verfahren selbst übergehn. (Fortsetzung folgt.)



Neuere Kompassrosen, ihre Entwicklung, Grundzüge und Prüfung für den Gebrauchswerth auf See.

Von
Seeschiffer **A. Schück** in Hamburg.

(Fortsetzung).

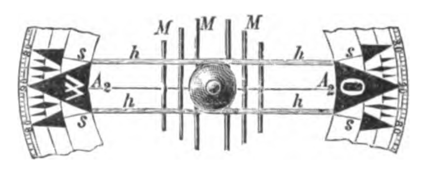
Durch die Studien und Versuche zur Herstellung guter Rosen, durch ihre Nutzbarmachung für den Schiffsgebrauch hat sich Sir Wm. Thomson Dank und Anerkennung aller seefahrenden Nationen, bleibenden Ruhm und Ehre verdient. Selbstverständlich suchte man ihm nachzuahmen und gewissen Mängeln abzuhelfen. In Holland macht man Thomson's Rosen nur bestmöglichst nach; in Deutschland war Ludolph in Bremerhaven der erste, der leichte Kompassrosen anfertigte, doch soll schon 1876 von andrer Seite der Plan gefasst worden sein, die Ausführung der Absichten Thomson's, wie sie in Schottland durch White geschah, in Deutschland übertreffen zu lassen, — nur war der dafür gewählte Weg nicht der richtige; er führte zu einer Modernisirung der Angaben Perfall's, ohne dessen Absicht: „nicht mehr und nicht weniger Magnetismus zu verwenden als unumgänglich nöthig ist“, zur Geltung bringen zu können. Zunächst sei jedoch das zuerst der Benutzung übergebene betrachtet.

W. Ludolph erkannte die Mängel in White's Arbeit, als welche ich ansehe: 1) die Randtheilung der Rose liegt nicht auf derselben Höhe mit der Pinnenspitze, 2) mit der Ausdehnung der Seidenfäden kommen der äussere Rand und die Magnete immer tiefer unter den Aufhängepunkt, die Rose wird also nicht nur geneigter, die Zeitdauer, sondern auch die Anzahl der Vertikalschwingungen zu vermehren, 3) je weniger horizontal die Seidenfäden gespannt sind, umsomehr kann der Aussenrand Drehbewegungen ausführen, ohne das Hütchen (den Dobben) sogleich mitzubewegen; dadurch werden einzelnen Theile der Seidenfäden, namentlich bei den Befestigungsstellen am inneren Ring ungleichmässig angestrengt, daher dort noch leichter brüchig; 4) die Seidenfäden an den Knotenstellen werden leicht mürbe, ohne dass man es bemerkt, daher können plötzlich mehrere Fäden gleichzeitig oder rasch hintereinander abreissen, 5) es entspricht nicht genauer Zentrirung, das Hütchen (den Dobben) lose einzuschieben; 6) durch das Rosengerippe und seine lose Verbindung mit dem Hütchen (Dobben) sollte wohl beabsichtigt sein, die Abnutzung von Pinne und Stein in Folge von Vertikalstössen zu vermindern, indem angenommen wird, das Rosenblatt wirke nicht nur wie gewöhnlich als Hinderniss gegen Emporheben (in die Höhe geworfen werden), sondern verlangsame auch das Herabsinken, sodass das Hütchen nur mit geringem Gewicht plötzlich auf die Pinnenspitze fällt, das Hauptgewicht aber nur allmälig seinen Druck zur Geltung bringt. Hierin ist kein Vortheil zu erblicken, denn diese Wirkung äussert sich bei fester Verbindung mit dem Hütchen (Dobben) dahin, dass auch dieses seinen Druck nur allmälig ausübt; sollte durch die Seidenfäden beabsichtigt sein, das unvermeidliche Drehen des Randes in Folge der mit dem Kessel oder der Dose drehenden Luft wegen Elastizität der Fäden weniger auf das Hütchen zu übertragen, so gilt dies nur für die Anfangsbewegung, „nachkommen“ wird das Hütchen doch; die Elastizität der Fäden bringt aber unvermeidlicher Weise ein Zucken mit sich und dieses bei der ebenfalls unvermeidlichen mehr oder weniger ungleichmässigen Gewichtsvertheilung (ungleichmässigen Anordnung der einzelnen statischen Momente) ein geringfügiges, jedoch nicht unschädliches Hin- und Herschieben auf der Pinnenspitze, oder wenn dies durch die Bohrung des



Steins und Pinnenform unmöglich ist: Seitenreibung; 7) die von White gewählte Bohrung des Steines und die Form der Pinnenspitze veranlasst leicht Seitenreibung, mit ihr grosse Einstellungsfehler; 8) die Verbindung der Magnetstäbe untereinander, sowie deren Befestigung mittels Seidenfäden, macht eine genau parallele Lage derselben sehr schwierig; die hierdurch entstehenden Verschiebungen der Gleichgewichtslage können bei derartigem Rosengerippe nur durch Randgewicht ausgeglichen werden, dies bewirkt bei Schwingungen Abweichungen von der Horizontallage; weil mit zunehmender Schwingungsdauer der anfängliche Schwingungsbogen kleiner wird und die Thomson-Rose eine lange Schwingungsdauer, wegen geringen Gewichtes und der Lage der Magnete aber keine grosse Schwungkraft hat, ist jener Uebelstand wenig bemerkbar; 9) die Befestigung der Magnete macht es sehr schwierig, die Rose so herzustellen, dass die Nord-Südlinie in dem sogen. magnetischen Meridian liegt, d. h. dass sie keinen Kollimationsfehler hat.

Diese Mängel vermeidet Ludolph (Fig. 16), indem er als Grundlage der ganzen Verbindung zwei dünne Bambusstäbchen h — ähnlich wie Lous Metallstege, — benutzt; auf diesen ist das Hütchen H befestigt, an jeder Seite des Hütchens sind je drei Magnetstäbe (dünner Drath) durch die Bambusstäbe gesteckt und am Ende der letzteren gehen Träger nach oben, welche den auf hoher Kante (auf seiner schmalsten Seite) stehenden Aluminium-Randreifen des Rosenblattes tragen; sein oberer Rand liegt in derselben Horizontalebene mit der Pinnenspitze.



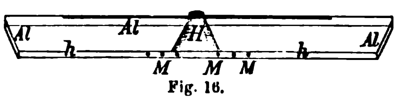


Fig. 16.

Zum Rosenblatt ist ein Ring von dünner geölter Leinwand verwendet, die vom Aussenrande nach innen zu an mehreren Stellen derart eingeschnitten ist, dass nur ein ganz schmaler Innenrand bleibt; vom oberen Rande des Hütchens führt ein leichter schmaler Aluminiumsteg zum Rosenblatt, um diesem einige Stütze zu geben. — Einige Rosen sind statt mit 6 Magnetstäben mit 2 Doppellamellen versehen, die mit kleinen Ringen an den Bambusstegen hängen. — Die wenigen Rosen, die mir zu Händen kamen, waren schwerer als die von White, doch könnten sie erheblich leichter gefertigt werden; bei denjenigen von 20 bis 22 *cm* Durchmesser sind jedenfalls die beiden grössten Magnetstäbe entbehrlich und kann der die Schwingungskraft (eigne Schwungkraft) vergrössernde Rand dann erheblich leichter sein. — Die leichteste Sorte von Ludolphs's Rosen ist mir bis jetzt leider nicht zu Händen gekommen.

Die zweite Art der in Deutschland gefertigten neueren Kompassrosen hat allerdings auch eine lange Schwingungsdauer, erreicht sie aber auf anderem Wege als Thomson; sie ist als Hechelmann's Rose bekannt, und auf Veranlassung der Deutschen Seewarte entstanden (*Archiv der Deutschen Seewarte 1883*). Dieselbe (Fig. 17) entsprach bis auf einen Hauptpunkt dem i. J. 1661 durch Riccioli veröffentlichten

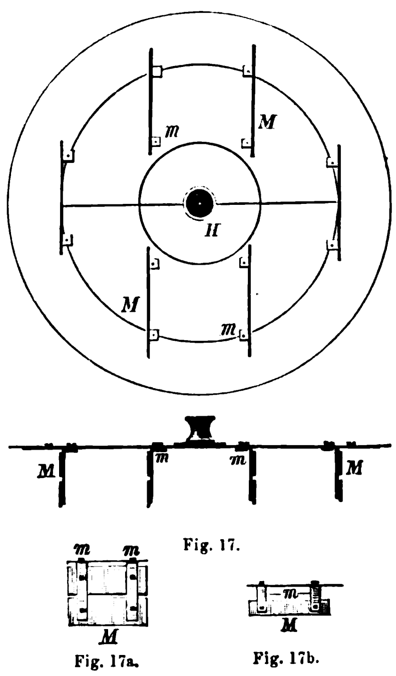


Fig. 17.

Fig. 17a. Fig. 17b.

Prinzip von Sir Wm. Perfall. Das Rosenblatt war ein Glimmerring, an beiden Seiten mit Papier überzogen, die obere Seite mit der gebräuchlichen Strich- und Gradtheilung bedruckt; dies hatte schon de la Condamine 1733 benutzt und damit den Anforderungen Riccioli's entsprochen, aus der Mitte der Scheibe alle unnöthigen Theile herauszuschneiden. Nach der Patentschrift wurde dieser Ring durch einen an seiner Unterseite befestigten Metallring gestützt, an dem auch die Magnete, wenigstens mit einer Stelle durch Metallkniee befestigt waren; ersteres entspricht der Zeichnung Riccioli's, doch hat man später statt des Ringes zwei Bögen verwendet; in dem Verbindungsstege (der bei Riccioli nicht gezeichnet, aber selbstverständlich ist) war das Hütchen zentrisch eingeschraubt. Während Perfall aber nur einen Magneten in jeder Hälfte der Nord-Südlinie, im Ganzen also zwei benutzt, wie es damaliger Anschauung entsprach, sind an der Hechelmann'schen Rose in jedem Halbkreise 4, im Ganzen 8 Magnete angebracht, wie es der sogenannten Normalrose entspricht, aber die Warnung Perfall's, nicht mehr Magnetismus zu verwenden, als nöthig ist, war besonders bei der ersten Einrichtung der Rose ausser Acht gelassen. Die Magnete derselben bestanden aus zwei Lamellen, die man jedoch nicht nebeneinander, sondern übereinander angebracht hatte (Fig. 17a); ihre Abmessungen waren: 4,1 × 1,4 × 0,05 *cm;* das Gewicht betrug 85 bis 91 g bei einem Rosendurchmesser von 20 bis 25,4 *cm*; die Anordnung der Magnete war für beide Durchmesser dieselbe. — Ausser der grösseren Anzahl von Magneten unterschied sich diese Rose von der Perfall-Riccioli's noch dadurch, dass bei letzterer die Magnete nach der Aussenseite des Ringes lagen, bei der neueren jedoch nach der Innenseite. Von den Grundzügen Thomson's war nur die längere Schwingungsdauer verwendet: 17 *Sek.* gegen 8 bis 11 *Sek.* der älteren Rosen; die Rose war in Hamburg die erste, mit langer Schwingungsdauer hergestellte. Bald nachher versah Hechelmann seine Rosen mit 8 Magneten von den Abmessungen 4,1 × 0,7 × 0,05 *cm.* (Fig. 17b); die von 20,4 *cm* Blatt-Durchmesser wogen 35 *g.* Ähnliche Kompassrosen hat der Mechaniker John Daniel in Liverpool angefertigt.

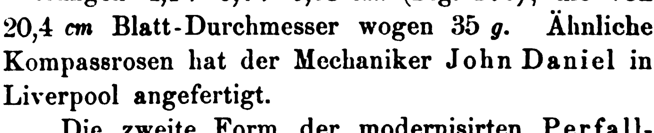


Fig. 18.

Die zweite Form der modernisirten Perfall-Riccioli'schen Rose hatte eine geringere Schwingungskraft wie die erste, jedoch war der Unterschied zwischen ihrem Verhalten und derjenigen White's (Thomson's) zu gross, um auf den Schiffen, auf denen beide im Gebrauch waren, unbemerkt zu bleiben. Hechelmann suchte daher nach weiteren Verbesserungen, und führte im Jahre 1886 das Rosengerippe von White ein. Die 8 Magnetstäbe dieser neuen Rose (Fig. 18) haben die Dimensionen 5,2 × 0,2 × 0,05 *cm*, sind also im Verhältniss zur Länge breiter und dicker, als schon seit langer Zeit für zweckmässig erkannt ist; 2 bis 4 solcher Magnete würden genügen, der Rose die gehörige Einstellungsfähigkeit zu geben, ihr Gewicht ist also unnöthig gross; dies und die Lage der Magnete vergrössert die in Folge des starken Aussenrandes ohnehin grosse Schwingungskraft, mit ihr auch die Neigung zur Unruhe; ausserdem ist die Adjustirung sowohl in Bezug auf Gewichtsvertheilung als in Bezug auf Einstellung schwierig, und da die Löcher zur Aufnahme der Befestigungs-

fäden nicht an den äussersten Enden der Lamellen angebracht sind, so können sich diese Enden in die Aufhängefäden verwickeln.

Nach Perfall-Riccioli's Grundsatz gebaute Rosen können nie so ruhig sein wie die Thomson'schen, weil bei jenen, selbst wenn sie nicht schwerer sind als letztere und wenn sie mit diesen gleiche Schwingungsdauer haben, der Massenmittelpunkt vom Mittelpunkt weiter entfernt sein wird, sie müssen also eine grössere Schwingungskraft haben. Die grössere Anzahl und die grösseren Bögen der Schwingungen nutzen Pinne sowie Stein mehr ab, der Einstellungsfehler der Perfall-Riccioli'schen Rosen muss also rascher zunehmen als derjenige der anderen Rosen.

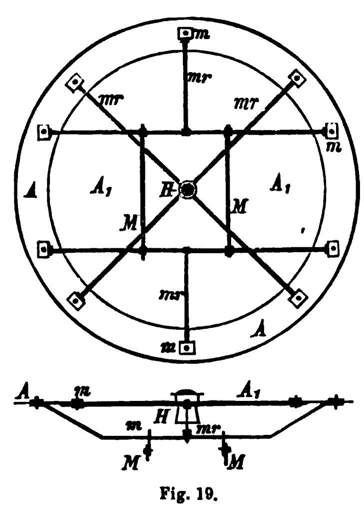


Fig. 19.

In anderer, nach meiner Überzeugung, zweckentsprechenderer Weise hat ein anderer Hamburger Mechaniker, C. Plath, die Verbesserung der Kompassrose im Thomson'schen Sinne in die Hand genommen. In der Erkenntniss, dass Thomson's Anbringung der Magnetnadeln nahe der Mitte richtiger sei als diejenige von Perfall nahe am Rande, liess C. Plath eine Rose herstellen, die nicht schwerer war als die zweite Hechelmann'sche, bei welcher er aber die Magnetstäbe für die Ruhe der Rose günstiger legte (Fig. 19). Das Blatt war ein starker Glimmerring, auf den die Grad- und das äussere Ende der Strichtheilung geklebt war; ein Kreuz aus leichten Metallröhren verband ihn mit dem Hütchen, sodass sein Oberrand auf der Höhe der Pinnenkuppe lag; an seine Innenseite war nur an einer Stelle der Rest der Rosenscheibe aus dünnem Papier angeklebt, also war die gewohnte Theilung vor den Augen des Steuerers, aber Zusammenziehen des Papiers durch Temperaturänderung sollte den Rand nicht biegen. Die Träger der aus zwei Lamellenpaaren bestehenden kurzen Magnete ($8 \times 0{,}7 \times 0{,}5\,cm$) waren ebenfalls vom Glimmerrande ausgehende leichte Messingröhren, von deren Mitte noch wieder solche Röhre nach dem Glimmerrande führte. Die Rose wog etwa 33 g; war ungemein sauber, genau und fest gebaut; sie kam indess im Gebrauch der Thomson'schen Rose naturgemäss bei weitem nicht gleich. — Plath blieb bei dieser Rose auch nicht stehen, sondern stellte weitere Versuche an, und es gelang, eine Form zu finden, welche der von White gewählten Ausführung überlegen ist; dieselbe ist durch Patent geschützt. Das Blatt (Fig. 20) ist folgendermaassen zusammengesetzt: Ein dünner Messingdrathrand ist durch ein Kreuz aus sehr leichten Messingröhren mit dem Hütchen verbunden; in geringer Entfernung vom Hütchen befindet sich ein zweiter dünner Ring, um das an den Aussenrand geklebte mit den gewöhnlichen Kreistheilungen bedruckte Papier zu stützen. Dieses Papier reicht bis nahe an das Hütchen; je nach der von der Grösse der Rose abhängigen Anzahl von Messingröhren ist es an 4 oder 8 Stellen bis nahe an den Rand durchgeschnitten

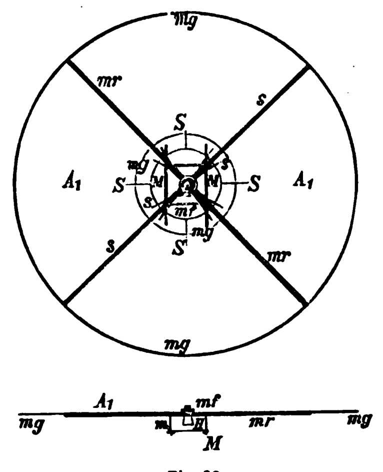


Fig. 20.

und wird mit Hilfe von kleinen, um die Röhren des Kreuzes liegenden Spiralen straff gezogen. Von den vier in NW—SE und SW—NE Richtung gelegten Kreuzröhren führen an passender Stelle Messingstreifen nach unten, die gleichzeitig Träger und Verbindungssteg für die Magnetstäbe bilden; dies sind vier paarweise an beiden Seiten des Hütchens aneinanderliegende Lamellen (an jeder Seite des Hütchens liegt eine Doppellamelle). Je nach der Gleichmässigkeit der verwendeten Stoffe und der Schwingungsdauer lag zuletzt bei Rosen von 20,4 *cm* Blatt-Durchmesser das Gewicht zwischen 6,1 und 6,3 *g*; doch zweifle ich nicht, dass es bis unter 6 *g* gebracht werden kann, ohne die Haltbarkeit der Rose zu beeinträchtigen. Die Randtheilung liegt in der Horizontalebene (auf gleicher Höhe) der Pinnenspitze.

Weil Aluminium bedeutend leichter ist als Messing, ersuchte ich dringend, jenes zu verwenden; Herr C. Plath sagte im Voraus, dass es ein Fehlschlag sein würde, da dies Metall in der nothwendigen geringen Stärke sich nicht löthen lasse, folglich das Gerippe unter allen Umständen zu kostspielig und so lange nicht haltbar genug würde, als belangreiche Gewichtsersparniss erzielt werden solle, jedoch gestattete er, den Versuch zu machen. Die Alumininiumrose wog 4,3 *g* bei 14,6 *Sek.* Schwingungsdauer; auf einer Reise nach New-York befriedigte sie so lange, als sie nicht andauernd der Erwärmung durch Sonnenstrahlen ausgesetzt war, dann aber bog sich der Rand in die Höhe; auch dies müsste sich vermeiden lassen (die russische Marine verwendet Thomson-Rosen mit Aluminium-Gerippe), jedoch kommt der Preis zu hoch.

Weil bei dieser Kompassrose die Schwingungsdauer innerhalb gewisser Grenzen beliebig eingerichtet werden kann, was durch die Grösse und Anzahl der Lamellen erreichbar ist, dabei die Rosen mit zunehmender Schwingungsdauer (wegen Abnahme der verwendeten Stahlmasse) leichter werden, durch die Vertheilung der Gewichte und in Folge des dünnen Aussenrandes — der nicht stärker ist als zum Straffhalten des Rosenblattes genügt — möglichst wenig Gewicht nach dem Rande hin zu liegen kommt, folglich die Schwingungskraft (eigne Schwungkraft) der Rose geringer wird als bei anderen Rosen derselben Schwingungsdauer, ohne dass ihre Einstellungsfähigkeit geringer ist, halte ich diese Rosenform für die beste, die ich bis jetzt kennen gelernt habe.

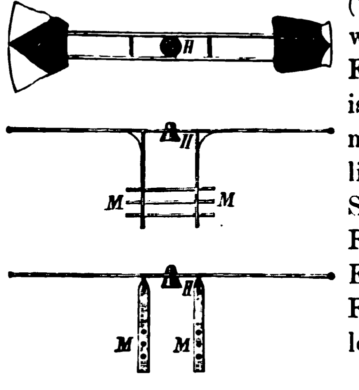
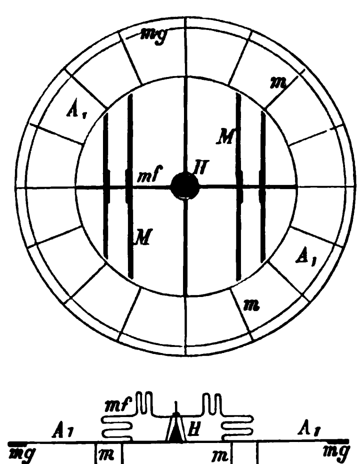


Fig. 21.

Noch drei britische Rosenmodelle sind mir bekannt geworden, welche mit Genauigkeit verbundene Ruhe anstreben, sie aber nicht vollkommen erreichen. F. M. Moore in Belfast und Dublin, fertigt seit 1884 Kompassrosen (Fig. 21), welche 6 kurze, dünne Magnete haben, von denen an jeder Seite des Hütchens 3, einer über dem andern liegen; sie sind in Metallträger und Metallstege eingefügt, das Blatt ist ebenfalls in der Mitte ausgeschnitten, der Metallrand scheint verhältnissmässig stark zu sein; ihr Gewicht ist etwa 15 *g* bei 25 *cm* Durchmesser des Rosenblattes. — Die Kompassrosen von Mac Gregor in Glasgow, haben ebenfalls 25 *cm* Blattdurchmesser, enthalten 6 bis 8 Magnetstäbe, 3 bis 4 nebeneinander an jeder Seite des Hütchens; die Stäbe scheinen 8 bis 10 *cm* lang, 1 *cm* breit und 0,03 bis 0,05 *cm* dick zu sein; sie stehen auf hoher Kante 1 bis 1,5 *mm* von einander entfernt; m

dem Hütchenstege sind sie durch Metallbügel (einen an jedem ihrer Enden) verbunden, von deren äusseren Enden Spiralfedern nach den Armen des Steges gehen. Das Rosenblatt scheint mit Papier beklebtes Marienglas zu sein, natürlich ist es in der Mitte ausgeschnitten. Diese Rosen sind viel zu schwer. — In ähnlicher Weise ist Batty's Rose (Fig. 22) hergestellt, nur sind weniger und leichtere Magnete verwendet, auch hängen sie in flachen Federn. Beim Gebrauch auf See muss diese Aufhängung in Federn die Unruhe der Rose vergrössern.



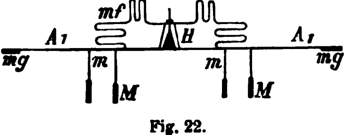


Fig. 22.

Der Unterschied zwischen den alten und neuen (Thomson's Absichten nachstrebenden) Kompassrosen kann auch folgendermaassen bezeichnet werden: Bei den alten hielt man auf einen oder mehrere kräftige Magnetstäbe, welchen man ein möglichst starkes, aber verhältnissmässig nicht schweres Rosenblatt beifügte, damit man möglichst genaue Einstellung in den magnetischen Meridian erhielt; für die neueren Rosen fertigt man zunächst ein möglichst leichtes, doch hinreichend steifes Rosenblatt und -gerippe, welches man dann mit möglichst leichten Magnetstäben in der Weise versieht, dass das Ganze genaue Einstellung in den magnetischen Meridian bei einer bestimmten Schwingungsdauer hat; der dritte Theil der Aufgabe, möglichst geringe Schwingungskraft, ist bis jetzt nur bei C. Plaths Rosen in Rechnung gezogen. (Schluss folgt).

Bemerkung des Mechanikers R. Fuess in Berlin zu dem Aufsatze über „einige Verbesserungen des Krystallisationsmikroskops von Prof. O. Lehmann."

Im Juniheft dieser Zeitschrift findet sich auf Seite 202 die Bemerkung, dass „bei der älteren Form dieser Instrumente, deren Herstellung meine Firma übernommen habe, der wesentliche Uebelstand stattfinde, dass es nicht möglich sei, die Präparate während der Erwärmung auch gleichzeitig zwischen gekreuzten Nikols zu untersuchen." Da die Fassung obiger Mittheilung jedoch leicht zu Missverständnissen Veranlassung geben könnte, so erlaube ich mir folgende Bemerkung:

Die Herstellung und Einführung des in *dieser Zeitschrift, 1886, S. 325* beschriebenen O. Lehmann'schen Krystallisationsmikroskops hatte ich seiner Zeit allerdings übernommen. Das Instrument fand jedoch in der demselben gegebenen Form, welche der Verfasser jetzt selbst als „provisorisch zusammengestellt und einfach" bezeichnet, keine Verbreitung. Da ich in jener Zeit mit anderen technischen Aufgaben sehr belastet war und für eine konstruktive Vervollkommnung dieses Mikroskops, zu welcher der Erfinder selbst mancherlei Anregung gab, längere Zeit hindurch nicht thätig sein konnte, so musste ich die projektirte Herstellung dieses Instruments leider aufgeben. Es sei also ausdrücklich hervorgehoben, dass überhaupt kein O. Lehmann'sches Mikroskop in der am angegebenen Orte beschriebenen Form von mir hergestellt worden ist. Was ferner die Konstruktion von Erhitzungsapparaten anbetrifft, so bemerke ich, dass ich bereits

vor einigen Jahren für meine krystallographischen Mikroskope Erhitzungsapparate konstruirt habe, welche die Erwärmung des Präparats, von niederen Temperaturen an bis zur hellen Rothgluth, und zwar zwischen gekreuzten Nikols gestatten. Diese Erhitzungsapparate, welche zum Theil nach einem ganz neuen Prinzip, zum Theil in Anlehnung an die Konstruktion meiner älteren Apparate ausgeführt worden sind, werden noch in diesem Monat in der hiesigen Akademie der Wissenschaften vorgeführt werden. Berlin, Juni 1890.

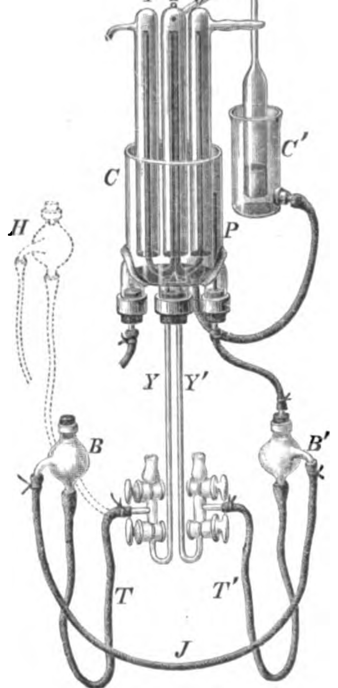
Referate.

Apparat zum Ersatz der Hähne bei Vakuumversuchen.

Von M. F. de Romilly. *Journ. de Phys.* **8.** *S. 42.* (*1889*).

Die mannigfachen Uebelstände, welche der Gebrauch von Glashähnen bei Vakuumversuchen mit sich bringt, vermeidet der Verfasser, indem er die Hähne durch Apparate mit Quecksilberverschlüssen ersetzt, wie sie bei der Töpler-Hagen'schen Quecksilberluftpumpe benutzt werden.

Ein solcher Apparat zum Ersatz eines Dreiweghahnes, mit dem man nach Belieben zwei Rezipienten mit einander verbinden, oder jeden von beiden für sich abschliessen oder auch mit der Luft in Verbindung bringen kann, ist als Beispiel in der beistehenden Figur skizzirt.



C ist ein Quecksilbergefäss, in welches von oben die drei weiten oben verschlossenen Glasröhren 1, 2, 3 ragen; an dem oberen Ende steht 1 mit dem einen, 3 mit dem anderen Rezipienten in Verbindung; von 2 geht in der in der Figur dargestellten Weise ein anfangs kapillares, rechtwinklig nach unten gebogenes Glasrohr aus, welches in ein zweites, kleineres Quecksilbergefäss C' taucht. Die Gefässe C und C' stehen durch einen engen Kautschukschlauch in Verbindung, welcher bewirkt, dass bei einer Höhenänderung von C' allmälig wieder in beiden Gefässen das gleiche Quecksilberniveau hergestellt wird. Von unten ragen in C zwei engere (aber nicht kapillare) Glasröhren Y und Y' hinein, die sich über dem Boden von C gabelig theilen. Je ein Schenkel dieser beiden wie ein Y gestalteten Röhren ragt in 2, die beiden anderen in 1 bezw. 3. Die Länge von 1, 2, 3 muss Barometerhöhe, die von Y und Y' die doppelte Barometerhöhe überschreiten. Die unteren Enden von Y und Y' stehen durch lange Kautschukschläuche mit den unteren Theilen der kugeligen Quecksilbergefässe B und B' in Verbindung, die ihrerseits in ihrer halben Höhe durch den Schlauch J verbunden sind. Das obere Ende von B' trägt gleichfalls einen Kautschukschlauch, der nach dem unteren Theil des Ueberstandsrohres P im Gefässe C führt.

Die Gefässe B und B' mögen nun eine um Barometerhöhe unter dem Boden von C liegende Stellung haben. Wird jetzt ausgepumpt, so steigt das Quecksilber in Y, Y', 1, 2, 3 um Barometerhöhe. Es stehen dann 1, 2, 3, also die beiden Rezipienten und das Gefäss C' unter einander in Verbindung, sie sind aber gegen die äussere Luft abgeschlossen. Man kann nun Luft nach 2 und von da zu beiden Rezipienten gelangen lassen, wenn man das Gefäss C' kurze Zeit senkt. Hebt man B über den Boden von C (nach H), so ist die Verbindung zwischen 1 und 2 unterbrochen. Ein Senken von C' bewirkt dann nur das Eintreten von Luft nach 3 und dem an 3 angeschlossenen Rezipienten. Entsprechend kann

man durch Heben von B die Verbindung zwischen 2 und 3 aufheben. Bringt man die Theile des Apparats in ihre frühere Lage, so stellt sich selbthätig überall das frühere Quecksilberniveau wieder her.

Man erkennt, dass sich nach demselben Prinzip leicht Apparate für eine grössere Anzahl Rezipienten herstellen lassen. *E. Br.*

Das Aneroid-Thermoskop, ein neues Demonstrations-Instrument.

Von G. Karsten. *Schriften des naturwissensch. Vereins für Schleswig-Holstein. VIII. Heft 1.*

Bei Experimentalvorlesungen vermisste man ein geeignetes Instrument, um einem grösseren Zuhörerkreise die bei einem Vorgange eintretenden Temperaturänderungen sichtbar zu machen, denn die Projektionsmethoden erfordern einen ziemlich kostbaren Apparat und haben besonders noch den Nachtheil, dass das Auditorium verfinstert werden muss, und deshalb der Versuch selbst jedenfalls nicht in gleicher Beleuchtung zur Anschauung kommt.

Diesem Mangel soll das Aneroid-Thermoskop abhelfen, welches einfach darauf beruht, dass die durch thermische Einflüsse hervorgerufenen Druckänderungen in einer luftgefüllten Kugel durch ein Aneroid gemessen, bezw. sichtbar gemacht werden. Die Verbindung zwischen Hohlkugel und Aneroid wird durch einen dickwandigen Gummischlauch vermittelt; empfehlenswerth ist ein seitlicher Rohransatz mit einem Hahn, um das System mit der Atmosphäre in Verbindung setzen zu können, oder die Luft in demselben zuvor zu verdichten oder zu verdünnen, je nachdem eine Abkühlung oder eine Erwärmung gezeigt werden soll.

Für Vorlesungszwecke wird ein recht langer, leichter Zeiger über einer grossen Kreisscheibe verwendet; die Theilung ist eine solche in Grade, weil sich der Skalenwerth ändert mit der Grösse der verwendeten Kugel, mit der Wärmeausstrahlung aller Theile des Apparates u. s. w. Wenngleich die Vorrichtung zunächst nur dazu dienen soll, den Sinn der Temperaturänderungen und ihre relative Grösse anzugeben, so ist dieselbe bei zahlreichen Versuchen doch auch in einen Messapparat für brauchbare Temperaturbestimmungen zu verwandeln, indem man vorher eine empirische Aichung vornimmt. Unter den Versuchen werden beispielsweise aufgeführt: Wärmeentwicklung durch Reibung eines Kork- und Holzstückes, welche an die Kugel des Thermoskops gehalten werden; Abkühlung durch Luftverdünnung (mit Hilfe der Luftpumpe); Wärmeentwicklung beim Erstarren einer Salzlösung; verschiedene Versuche über Wärmestrahlung; Wärmeentwicklung durch den galvanischen Strom, durch Entladung der Leydener Flasche; hier wird die Glaskugel des Riess'schen Luftthermometers einfach mit dem Aneroid in Verbindung gesetzt. *Sp.*

Untersuchungen über die Gestalt der Bilder und die Theorie der Messungen ausserhalb der optischen Axe von astronomischen Instrumenten. Mit spezieller Berücksichtigung des Heliometers mit ebener Führung.

Von Dr. H. Battermann. *Astron. Nachr.* **120.** *Nr. 2878 bis 80.* (*1889*).

Die im vorigen Hefte S. 223 dieser Zeitschrift besprochene Arbeit Steinheil's wirft auch ein Licht auf einen der Punkte, die in der vorliegenden Abhandlung in Frage stehen. Verfasser derselben nämlich entwickelt seine Theorie vollständig an der Hand des von Bessel durchgerechneten Königsberger Heliometerobjektivs, so wie es ist. Er glaubt, dass seine Theorie dann „für Objektive, bei welchen das gebrochene Strahlenbündel eine ähnliche Form hat, wie hier, jedenfalls also wohl für die Fraunhofer'schen und die diesen ähnlichen Objektive" gilt. Das ist nicht richtig. Die oben besprochene Arbeit Steinheil's zeigt auf das Deutlichste, dass die Gestalt des Bildes ausser der Axe durch eine ganz geringe Modifikation der Objektivform einen vollständig anderen Charakter erhalten kann, wie dies rechnenden Optikern wohl bekannt ist; und diese Gestaltsänderung des Bildes ist von der Art, dass die Pointirung durch sie merklich mit beeinflusst wird. Der Verf. hält, aus einem einzigen Beispiele allgemeine Schlüsse ziehend und mit der optischen Litteratur,



wie er selbst angiebt, „völlig unvertraut“, verschiedene Eigenschaften eines Objektivs, zwischen denen alle möglichen Verhältnisse statt haben können, für eindeutig mit einander verknüpft. Es sind dies 1. die sphärische Aberration, 2. der Astigmatismus schiefer Büschel, 3. die Krümmung des Bildes und 4. die Distortion der Hauptstrahlen. In der That aber hängen diese in der allerverschiedensten Weise von der Konstruktion des Objektivs (Radien und Dicken) von den Glasarten und z. Th. auch von der besonderen Regulirung des Strahlenganges ab.

Der vom Verf. aufgestellte Fundamentalsatz: „dass die Distortion des Feldes verschwinde, wenn man stets auf den wirklichen Fokus des betreffenden schiefen Büschels einstelle“ hat daher ebenso wie die meisten anderen von ihm erlangten Resultate nur ganz beschränkte Giltigkeit. So allgemein ausgesprochen wie vom Verf. ist er vollständig unhaltbar. *Cz.*

Neuer Vorschlag zur Vermeidung des persönlichen Zeitfehlers bei Durchgangsbeobachtungen.
Von Dr. G. Repsold. *Astronom. Nachr. 1889. Nr. 2940. S. 177.*

Dr. Repsold hat bereits früher einen Vorschlag zur Vermeidung des persönlichen Zeitfehlers bei Durchgangsbeobachtungen gemacht (vgl. *diese Zeitschr. 1888. S. 183*), welcher im Wesentlichen dahin ging, dem Durchgangsinstrument innerhalb eines engen Spielraums, etwa innerhalb zweier Minuten zu beiden Seiten der Meridianebene, die Bewegung eines Aequatoreals zu geben. Durch einen elektrischen Kontakt wird dann beim Durchgang des Instruments durch den Meridian ein Signal gegeben; ausserdem aber liest der Beobachter für diesen Moment den Stand des beweglichen Fadens, welchen er vorher mit dem im Gesichtsfeld scheinbar ruhenden Stern zur Koinzidenz gebracht hat, an der Trommel ab. Zur Erzielung grösserer Sicherheit wird der Beobachter am besten vor und nach dem Meridiandurchgang des Instrumentes einige Ablesungen der Trommel machen und aus diesen die für den Meridiandurchgang geltende Ablesung interpoliren. Wäre die Bewegung des Fernrohres ganz gleichförmig, so würde eine einzige Einstellung des beweglichen Fadens genügen. Geht der Stern in demselben Moment durch den Meridian wie das Fernrohr, so wird man — von etwaigem Indexfehler u. s. w. abgesehen — die Trommelablesung Null machen, andernfalls erkennt man eben durch die Trommelablesung, wie weit der Stern in dem durch das Signal markirten Moment noch vom Meridian abstand. Da eine Zeitschätzung bei der Beobachtung nicht vorkommt, so sieht man, dass in der That der persönliche Zeitfehler vermieden wird.

Bei seinem neuen Vorschlag sucht Repsold auf einfachere Weise zum Ziel zu kommen, indem er nicht das ganze Instrument sich bewegen lässt, sondern dem Beobachter aufgiebt, durch stetes Drehen einer Schraube, am besten abwechselnd mittels beider Hände, den beweglichen Faden auf den Stern eingestellt zu erhalten, wodurch auch der Okularschlitten gleich mit weiter geführt wird. Die Schraube besitzt nun ausser der getheilten Trommel noch eine mit Kontaktstiften versehene Scheibe; die Stifte derselben sind in nicht regelmässigen Intervallen angeordnet, damit man über die Zugehörigkeit der Punkte auf dem Chronographenstreifen zu den einzelnen Kontakten nicht in Zweifel kommen kann. Die den Kontaktstiften entsprechenden Trommeltheilstriche geben dann für die Zeiten, wo der Stromschluss stattfand, die Entfernungen des Sternes vom Meridian an. Da die Kontakte rasch auf einander folgen können, so hat man nach der Durchgangsbeobachtung immer noch Gelegenheit, unweit des Meridianes eine Deklinationseinstellung zu machen.

Aus Versuchen, die Herr Repsold an einem ähnlich konstruirten Apparat anstellte, bei dem namentlich die Einstellung und Weiterführung des beweglichen Fadens vom Beobachter in gleicher Weise zu besorgen war, ergab sich, dass selbst bei den Aequatorsternen, bei den Sternen also, die sich am raschesten bewegen, die Beobachtungen recht gut ausfallen werden. Eine völlige Beseitigung jedes persönlichen Fehlers wird allerdings auch durch diese Einrichtung nicht zu erzielen sein, indess steht zu erwarten, dass beim Gebrauch dieser Vorrichtung eine weit grössere Konstanz des persönlichen Fehlers, insbesondere eine

viel geringere Abhängigkeit desselben von der Disposition des Beobachters eintreten wird. Ist aber dieses erreicht, so steht einer numerischen Bestimmung dieser Korrektionsgrösse bezw. einer nahezu vollständigen Elimination derselben keine Schwierigkeit mehr im Wege.

(Herr Repsold ist im Begriff, an einem Instrument, welches er soeben für das Königl. Geodätische Institut fertig gestellt hat, diese Einrichtung zur Beobachtung der Fadendurchgänge zum ersten Male zur Ausführung zu bringen; schon in wenigen Monaten wird daher über die Wirksamkeit derselben berichtet werden können. Anm. d. Red.). *Kn.*

Neu erschienene Bücher.

Handbuch der elektrischen Elemente (Traité des piles électriques). Von Dr. Tommasi. Paris 1890. G. Carré. (Bibliothèque internationale de l'électricité et de ses applications).

Das Werk enthält in sehr gedrängter Form eine grosse Fülle des Stoffs und dürfte deshalb zur Orientirung über die grosse Anzahl von Elementen in manchen Fällen verwendbar sein; es scheint indessen mehr in der Absicht des Verfassers gelegen zu haben, eine historische Zusammenstellung zu liefern, als das Werthvolle vom Werthlosen zu sondern.

Das Handbuch zerfällt in folgende Abschnitte:

I. Allgemeine Betrachtungen über galvanische Elemente. II. Elemente mit einem flüssigen Elektrolyten. III. Elemente mit zwei Elektrolyten. IV. Elektromotorische Kräfte einiger Kombinationen. V. Polarisation. VI. Gasketten. Akkumulatoren. Regenerirbare Trockenelemente. VII. Pyroelektrizität. Thermoelektrizität. Thermoelemente. VIII. Trockenelemente. IX. Verschiedene Arten der Elektrizitätserregung.

Der erste Abschnitt (allgemeine Betrachtungen über galvanische Elemente), enthält kurze Bemerkungen über die Theorie der Kette, über Maasseinheiten, Voltameter u. s. w. Die theoretischen Betrachtungen über die Berechnung der elektromotorischen Kraft (E. M. K.) aus der thermochemischen Energie, z. B. die Formel auf Seite 9, sind unrichtig; häufig wird auch das *Volt* in Kalorien (*Volt* = 46,3 *cal*) umgerechnet, ein Verfahren, welches dem Ref. unverständlich geblieben ist. Bei Besprechung der Voltameter wird das genaueste, das Silbervoltameter, gar nicht erwähnt. Ohne näher auf Einzelheiten einzugehen, sei noch auf die wenig konsequente Bezeichnung von Anode und Kathode hingewiesen. Seite 17 ist die Anode in einem Voltameter, +Kupfer — Kupfersulfatlösung — Platin⁻ mit + gekennzeichnet; Seite 47 ist die Bezeichnung bei einem Element $^{-}Z_n \mid Z_n S_o^4 \mid H_g^+$ die umgekehrte.

In dem zweiten und dritten Abschnitt (Elemente mit einem, bezw. zwei flüssigen Elektrolyten) sind wohl die meisten der bisher angegebenen Elemente, einige hundert an der Zahl, kurz beschrieben. In dem Abschnitt über das Normalelement von Clark findet sich zu Anfang die elektromotorische Kraft bei 15° zu 1,457 *Volt*, am Ende zu 1,435 *Volt* angegeben. Die erste Zahl ist nämlich die ursprüngliche Angabe von Clark selbst in *British Association Volt*, die zweite, die Angabe von Rayleigh in *theoretischen Volt*. In legalen *Volt* — und mit solchen hat man es ja bei praktischen Messungen allein zu thun — beträgt 1,438 *Volt* die elektromotorische Kraft bei 15°. Die elektromotorische Kraft des Normalelements von Fleming (S. 237) ist für Lösungen von gleicher Dichtigkeit zu 1,02 *Volt* angegeben, während sie 1,10 *Volt* beträgt. Der innere Widerstand der Elemente ist wenig berücksichtigt.

In dem sechsten Kapitel über Akkumulatoren findet man mehr eine kurze Beschreibung als eine Kritik der Leistungen derselben. Der in Deutschland weit verbreitete Tudor-Akkumulator ist nicht erwähnt.

In dem achten Abschnitt, Trockenelemente, sind nur einige Formen der Zamboni'schen Säule beschrieben, nicht dagegen z. B. das Trockenelement von Beetz. Die neuerdings in der Haustelegraphie vielfach angewandten sogenannten Trockenelemente sind bei Besprechung des Leclanché-Elements kurz erledigt. *Lck.*

Neues Nivellirinstrument, ausgeführt von Ertel & Sohn in München. Von Dr. O. Decher. München 1890. Th. Ackermann.

Zu den mannigfach vorhandenen Nivellirinstrumenten, bei welchen die für die Feineinstellung des Fernrohrs in vertikaler Richtung vorhandene Mikrometerschraube zum Messen eingerichtet ist, hat die Firma Ertel & Sohn in München eine neue Form hinzugefügt. Bei diesem Instrument ist auf die erwähnte Mikrometerschraube eine in dezimalen Verhältnissen getheilte Trommel aufgesetzt, ferner ein Index zur Ablesung der Unterabtheilungen der Schraubenumdrehungen und eine nach ganzen Umdrehungen der Schraube getheilte Lamelle. Diese Theile nehmen an der Bewegung der Schraube theil; die Skale gleitet beim Drehen der Schraube an einem festen Index vorbei, welcher zur Ablesung der ganzen Schraubenumdrehungen dient. Das Instrument, welches ausser zum geometrischen Nivelliren zur Absteckung und Aufnahme von Neigungen nach Prozenten oder Promille, zum Entfernungsmessen und zur trigonometrischen Höhenmessung benutzt werden soll, wird in drei verschiedenen Formen ausgeführt, d. h. mit Messschrauben, welche bezw. 0,5, 1,0 oder 2,0 Prozent für eine Umdrehung angeben.

In dem vorliegenden, 52 S. umfassenden Werkchen lässt Verf. einer kurzen Theorie der Messschraube die Beschreibung des Instrumentes, sowie die Art seiner Prüfung und Justirung folgen; hieran schliessen sich Vorschriften über die Anwendung des Apparates mit Beispielen.

Verf. hofft in nicht allzuferner Zeit in der Lage zu sein, über ausgedehntere Höhenaufnahmen mit dem neuen Nivellirinstrumente und über die hierbei gemachten Erfahrungen berichten zu können. *W.*

W. Thomson. Gesammelte Abhandlungen über Elektrizität und Magnetismus. Uebersetzt von Dr. Levy und Dr. Weinstein. Berlin. Julius Springer. M. 14,00, geb. M. 15,20.

O. und H. Struve, Repsold und Hasselberg. Beschreibung des 30zölligen Refraktors und des astrophysikalischen Laboratoriums der Nikolai-Hauptsternwarte zu Pulkowa. St. Petersburg 1889. M. 20,00.

W. P. Hauck. Die galvanischen Batterien, Akkumulatoren und Thermosäulen, mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis bearbeitet. Wien 1890. M. 3,00, geb. M. 4,00.

N. v. Konkoly. Handbuch für Spektroskopiker im Kabinet und am Fernrohr. Halle 1890. M. 18,00.

A. v. Urbanitzky. Das elektrische Licht und die hierzu angewendeten Lampen, Kohlen und Beleuchtungskörper. Wien 1890. M. 3,00, geb. M. 4,00.

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 20. Mai 1890. Vorsitzender Herr Polack, später Herr Direktor Dr. Loewenherz.

Die Beschlüsse der Berliner Ortskommission zur Regelung der Gehilfenfrage (vgl. das vorige Heft dieser Zeitschrift) treten mit der Woche, welche am 16. Juni beginnt, in Kraft. Die Kommission hat die Kontrole über den Gehilfennachweis übernommen. Eine Besprechung über die Arbeiten des diesjährigen Mechanikertages zu Bremen führt zu dem Beschluss, die Vorberathung der einschlägigen Fragen einer Kommission zu überweisen. Zu Mitgliedern dieser Kommission werden gewählt die Herren: Fuess, Sickert, Reimann, Polack, Raabe und Handke, welche sich mit den hiesigen Mitgliedern des Vorstandes des Mechanikertages, den Herren Haensch, Direktor Dr. Loewenherz, Dr. Rohrbeck und Dr. Westphal in Verbindung setzen werden.

Der Schriftführer Blankenburg.

Zweiter deutscher Mechanikertag.

Der zweite deutsche Mechanikertag wird nach dem Beschlusse des vorigen Jahres zu Heidelberg am 13. und 14. September in Bremen stattfinden, nachdem am 12. September die verschiedenen Kommissionen getagt haben werden. Als vorläufige Gegenstände der Tagesordnung sind festgesetzt:

1. Organisation der deutschen Mechaniker und Optiker.
2. Lehrlings- und Gehilfenwesen.
3. Einführung einheitlicher Schraubengewinde.
4. Zollfrage.
5. Dezimaltheilung des Quadranten.
6. Schwierigkeiten bei Beschaffung von Doppelspath.
7. Mechanikerkalender.
8. Die Ausstellungen bei den Naturforscherversammlungen.
9. Einführung einheitlicher Rohrgewinde.
10. Stellung der Mechaniker zum Reichspatentgesetz.

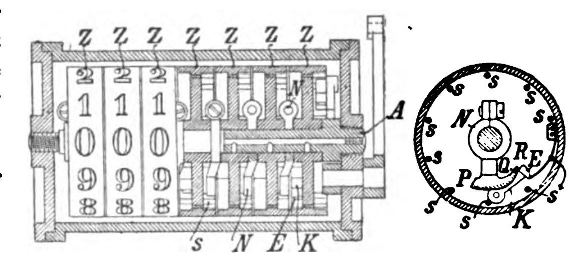
Weitere Vorschläge zu Besprechungen werden an den Vorsitzenden Herrn H. Haensch, Berlin S., Stallschreiberstrasse 4, erbeten.

Die Einladungen zur Betheiligung am Mechanikertage werden Mitte August versandt werden. Der Vorstand des deutschen Mechanikertages.

Patentschau.

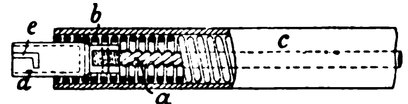
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Zählwerk. Von R. Hundhausen in Charlottenburg. Nr. 48610 vom 23. März 1889.



Die Zahlenräder Z tragen auf der rechten Seite zehn unter sich gleich weit entfernte Stifte s und auf der linken Seite eine Klinke K, deren Ansatz E zur Zehnerübertragung dient. Der im Drehungssinn des Uhrzeigers ankommende Ansatz wird nämlich von einem der auf der Axe A zwischen je zwei Zahlenrädern angeordneten Daumenknaggen N bei R aufgenommen, und erfasst, auf letzterem von Q bis P weitergleitend, einen Stift s, ihn sowie das zugehörige Zahlenrad um eine Zehntelumdrehung mitnehmend.

Biegsame Welle aus einem durch Schraubendraht und Umhüllungsschlauch gestützten Seil. Von F. Y. Wolseley in Sidney. Nr. 49374 vom 18. Mai 1889.

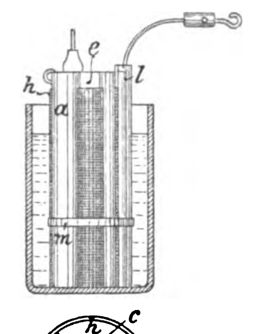


Ein an den Enden mit Kuppelungshülsen $d e$ versehenes Seil a wird behufs Abstützung von einem schraubenförmig gewundenen Draht b und einem äusseren biegsamen Schlauch c umschlossen gehalten. (Diese Einrichtung dürfte nicht mehr neu sein. Wir glauben ähnliche Einrichtungen schon im Gebiete der Zahntechnik längst in Gebrauch gesehen zu haben. Das Einzige, was vielleicht in dieser Form und Anwendung neu ist, sind etwa die Kuppelungshülsen.)

Neuerung in der Ermittlung und Berichtigung des Krengungsfehlers bei Kompassen. Von J. von Peichl in Fiume. Nr. 49529 vom 31. Januar 1889. Kl. 42.

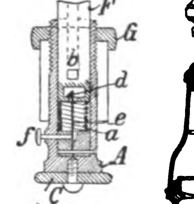
Zur Ermittlung der erforderlichen Einstellung des Krengungsfehlerkorrektors dient eine um eine horizontale Axe spielende Magnetnadel, auf welcher durch einseitige Belastung (Verschiebung von Gewichten) die dem jeweiligen geographischen Orte des Schiffes entsprechende, in bestimmten Einheiten gegebene magnetische Vertikalkraft ausgeglichen wird. Das Instrument wird mit nahezu meridional gerichteter Magnetnadel über den Krengungsfehlerkorrektor gebracht, und mittels dieses werden die auftretenden Abweichungen der Nadel von der Horizontallage beseitigt.

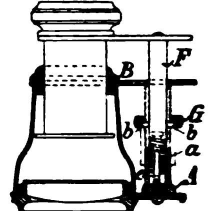
Neuerung an Leclanché-Elementen. Von Th. Wilms in Hamburg. Nr. 48850 vom 13. März 1889.



Behufs Vergrösserung der wirksamen Oberfläche besteht die Kohle aus einem mit Längsrinnen *c d e f* versehenen Hohlkörper *a*, auf dessen Aussenfläche die mit ungeglühtem, gekörntem Braunstein gefüllten porösen Hülsen *h* und der durch einen Nichtleiter *k* von der Kohle getrennte Zinkstab *l* derart eingebettet werden, dass erstere mit der atmosphärischen Luft und mit dem Elektrolyten direkt in Berührung sind, um einerseits den entwickelten Wasserstoff mit stets erneutem Sauerstoff in Berührung zu bringen und andererseits bei geringstem Raumbedarf und Gewicht eine erhöhte elektromotorische Kraft und bequeme Zugänglichkeit zu erzielen.

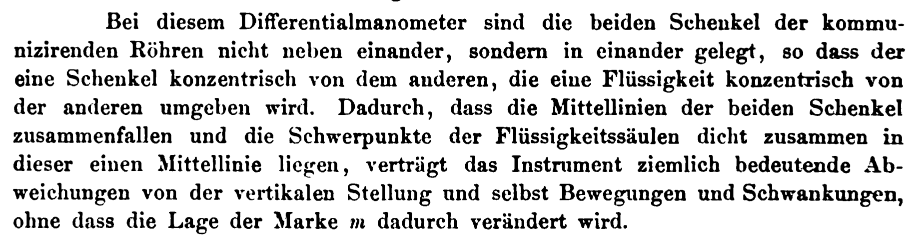
Opernglas oder Doppelfernrohr mit Schnelleinstellung. Von E. Tanneguy de Wogan in Paris. Nr. 48806 vom 3. Februar 1889.





Die Schnelleinstellung für Operngläser u. dergl. ist derart beschaffen, dass eine einmalige Einstellung des Instrumentes für wiederholten Gebrauch genügt. Dies wird dadurch erreicht, dass auf dem aussen mit Gewinden versehenen Objektivstegrohr *A* eine Stellmutter *G* angebracht ist, an welcher beim Ausziehen des Okulars die Stifte *b* anstossen, die in dem Okularstegrohr *F* befestigt sind und in Schlitzen des Rohres *A* gleiten. Neben der beschriebenen Einrichtung kann eine Feder *a* und eine Sperrvorrichtung *ed* angebracht werden, um nach dem Auslösen der letzteren durch *f* die Einstellung selbthätig zu bewirken.

Differentialmanometer. Von A. König in Griesheim a. M. Nr. 48807 vom 6. Febr. 1889.



Bei diesem Differentialmanometer sind die beiden Schenkel der kommunizirenden Röhren nicht neben einander, sondern in einander gelegt, so dass der eine Schenkel konzentrisch von dem anderen, die eine Flüssigkeit konzentrisch von der anderen umgeben wird. Dadurch, dass die Mittellinien der beiden Schenkel zusammenfallen und die Schwerpunkte der Flüssigkeitssäulen dicht zusammen in dieser einen Mittellinie liegen, verträgt das Instrument ziemlich bedeutende Abweichungen von der vertikalen Stellung und selbst Bewegungen und Schwankungen, ohne dass die Lage der Marke *m* dadurch verändert wird.

Das Gas, dessen Druck gemessen werden soll, wird mittels des Rohres *b* zugeführt.

Elektrizitätsmesser. Von J. Singer in Berlin. Nr. 50059 vom 17. Mai 1889. Kl. 21.

Ein Uhrwerk, dessen einzelne Räder durch geeignete Wahl des Uebersetzungsverhältnisses direkt als Zählräder dienen können, bewegt einen Körper (Ring oder Scheibe) aus Eisen oder Kupfer zwischen den Polen eines Elektromagneten, der durch seinen Magnetismus eine hemmende Wirkung auf die Umdrehungsgeschwindigkeit des Körpers und mithin des Uhrwerkes ausübt. Dieser Elektromagnet trägt zwei Wickelungen, von denen die eine von einem konstanten Strom durchflossene die Hemmung hervorruft, während die andere vom Verbrauchsstrom durchflossen wird und so gewickelt ist, dass sie den von der erstgenannten Wickelung erzeugten Magnetismus aufzuheben bestrebt ist. Je nach der Stärke des Verbrauchsstromes wird daher die magnetische Hemmung mehr oder weniger aufgehoben und also das Zählwerk schneller oder langsamer laufen.

Von äusseren Druckschwankungen unabhängiges Federmanometer. Von O. Knöfler in Charlottenburg und M. Kaehler & Martini in Berlin. Nr. 50684 vom 17. Juli 1889.

Die Angaben des Federmanometers werden von äusseren Druckschwankungen dadurch unabhängig gemacht, dass der, Zeigerwerk und Skale enthaltende, Theil des Manometers von einer gasdichten Kapsel (aus Metall oder keramischen Material) umfasst wird, die durch Aufkitten der Beobachtungsplatte luftdicht verschlossen und durch Auspumpen luftleer gemacht worden ist.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. — **H. Haensch**, Beisitzer. — Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

X. Jahrgang. — **August 1890.** — Achtes Heft.

Krystallrefraktometer nach Abbe.

Von
Dr. **S. Czapski** in Jena.

(Schluss).

Das Verfahren bei der Messung mit monochromatischem Licht.

Die Art der Beleuchtung wurde schon oben beschrieben. Ob die Beleuchtung ganz richtig sei, davon überzeugt man sich durch Inspektion des Augenkreises mit einer 6 bis 10fachen Lupe. Man muss innerhalb desselben bei Anwendung reflektirten Lichtes ein Bild der Lichtquelle erblicken und man hat durch Drehung des Spiegels oder des ganzen Apparats dafür zu sorgen, dass dasselbe ziemlich in der Mitte des Augenkreises erscheine.

Man muss ferner — namentlich bei Anwendung durchfallenden Lichtes — darauf achten, dass nicht etwa, statt durch Totalreflexion, durch den unteren Spiegelrand eine Begrenzung des Lichteinfalls erfolge. Eine solche ist unmittelbar kaum von jener zu unterscheiden, offenbart sich aber leicht dadurch, dass sie mit dem Spiegel mitwandert, während die richtige Auslöschungsgrenze von der Lage des Spiegels nicht beeinflusst wird. Wegen dieser und anderer bei durchfallendem Licht oft gefährlicher sekundärer Abblendungen des einfallenden Lichtbüschels ist es, wie früher bemerkt, gut, stets die Grenze bei reflektirtem Licht wenigstens zur Kontrole heranzuziehen.

Die Auflegung des zu untersuchenden Körpers wurde ebenfalls schon im Allgemeinen erwähnt. Zur Untersuchung im reflektirten Licht braucht ein fester Körper nur eine leidlich gute Planfläche zu besitzen. Mit dieser wird derselbe dann, durch einen Tropfen Flüssigkeit verbunden, auf die Planfläche der Halbkugel aufgelegt. Als Zwischenflüssigkeit für Brechungsexponenten von 1,0 bis 1,5 genügt ein Oel, von 1,5 bis 1,63 empfiehlt sich α Monobromnaphtalin, für noch höher bis zu dem der Halbkugel selbst (1,75) Methylenjodid, welches, in der Wärme mit Schwefel gesättigt, einen Index n von 1,78 bis 1,79 hat.

Soll eine Flüssigkeit untersucht werden, so ist dieselbe durch Auflegen irgend eines festen Körpers auf der Basis der Halbkugel auszubreiten. Am besten bedient man sich hierzu eines niedrigen Zylinders aus einer durchsichtigen Substanz mit sehr niedrigem n. Derselbe kann dann, wie früher erwähnt, auch dazu dienen, bequem die Beobachtung im durchfallenden Licht in jedem Azimuth zu vermitteln.

Im Ganzen ist aber der vorliegende Apparat für die Bestimmung von Flüssigkeitsindices nicht besser geeignet als das früher konstruirte „grosse Abbe'sche Refraktometer". Einen Vorzug vor diesem hat es vielleicht nur in didaktischer Beziehung, indem es alle Daten der Messung dem Beobachter unmittelbar und in sehr einfacher Form in die Hand giebt.

Die Grösse der reflektirenden (oder brechenden) Fläche braucht nicht über ein *qcm* zu sein, wofern dieselbe leidlich zentral aufgelegt wird, da das Fernrohrobjektiv selbst nur 1 *cm* im Durchmesser hat. Wichtig ist — bei festen Körpern — dass die Flüssigkeitszwischenschicht nicht keilförmig sei, denn sonst würde die Messung durch die Brechung an einem Flüssigkeitsprisma von dem betreffenden Keilwinkel einseitig gefälscht, wenigstens wenn der Hauptschnitt des Keils dem Vertikalkreis parallel ist.

Auch dieser Fehler würde zwar durch Beobachtung bei entgegengesetzter Stellung des Fernrohrs zur Halbkugel oder bei um 180° verschiedener Drehung der Halbkugel eliminirt werden können, aber auch hier lässt sich demselben von vornherein abhelfen. Zu diesem Zwecke kann man sich entweder — wenn der zu untersuchende Körper isotrop oder einaxig ist — wieder vor Anstellung der Messungen durch Beobachtung der Auslöschungsgrenze während einer Rotation der Halbkugel überzeugen, ob diese Grenze „schlägt“ und, wenn es der Fall ist, durch leichten Druck auf den zu untersuchenden Körper die Flüssigkeitsschicht planparallel machen, oder, man kann sich von der Beschaffenheit dieser Schicht direkt überzeugen. Es entsteht nämlich von derselben ein Bild offenbar nahe dem Augenpunkte des Fernrohrs. Inspizirt man den über dem Okular schwebenden Augenkreis wie vorher mit einer 6 bis 10fachen Lupe, während die Grenzschicht richtig beleuchtet ist, so gewahrt man bei keilförmiger Schicht oder sonstigen Abweichungen von der Planparallelität die Newton-Fizeau'schen Streifen oder Kurven, welche über die gegenseitige Lage der beiden Grenzflächen vollständigen Aufschluss gewähren. Wieder kann man durch leichtes Aufdrücken den zu untersuchenden Körper in die richtige Lage bringen, bei welcher diese Streifen entweder ganz verschwunden oder sehr gering an Zahl sind. Gekrümmte Interferenzstreifen würden ein Beweis dafür sein, dass eine der beiden fraglichen Flächen nicht ganz eben ist, doch wird man auch in diesem Falle meistens noch Messungen von ganz befriedigender Schärfe und Uebereinstimmung anstellen können.

Nachdem diese Verhältnisse geordnet sind kann man zu den eigentlichen Messungen übergehen, welche nunmehr in nichts weiter bestehen, als der Einstellung des mit Fadenkreuz versehenen Fernrohrs auf die Grenzkurve und Ablesung des vertikalen bezw. auch des horizontalen Theilkreises. Zum Behuf der ersteren Ablesung kann man bequem den ganzen Apparat um seine vertikale Axe drehen, um eine gute Beleuchtung der Kreistheilung und des Nonius zu erhalten.

Für die Einstellung auf Grenzkurven doppelbrechender Substanzen dient und kann nur angewendet werden ein einfaches Kreuz (Diamantstriche auf Glasplatte, geschwärzt). Bei einfach brechenden Körpern gestattet ein doppeltes Kreuz (Fig. 4) eine etwas genauere Einstellung. Die Glasplatten, welche diese Kreuze tragen befinden sich in Fassungen, die leicht an die Okularauszüge angeschraubt und so ausgewechselt werden können. Innerhalb dieses Auszugs, — der stets bis an sein mit Rändel versehenes Ende in den Okularstutzen hineingeschoben werden muss, damit die Kreuze in den Fokus des Objektivs kommen — verschiebt sich ein zweiter, welcher das Okular selbst enthält und mit dem der Beobachter vor Beginn der Messungen (je nach dem Akkomodationszustand seines Auges) auf das Fadenkreuz scharf einstellen muss. Durch Drehung des ersteren Auszugs bringt man das Kreuz in die für die Pointirung geeignete Lage so dass die Grenzkurve den Winkel der Striche nahezu halbirt.

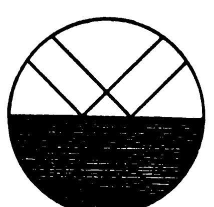


Fig. 4.

Der Nullpunkt der Theilung von welchem an man den Winkel w zu zählen hat, muss bei jeder Messung durch Umschlagen des Fernrohrs auf die andere Seite der Halbkugel bestimmt werden. Man erhält denselben indem man aus den entsprechenden Ablesungen einfach das Mittel nimmt oder man erhält den der Rechnung zu Grunde zu legenden Winkel w indem man den durch beiderseitige Einstellung gefundenen gesammten Winkel halbirt.

Anwendung des Analysators.

Nicht nur bei doppelbrechenden Substanzen sondern auch bei isotropen ist es, — in Folge der bei der Totalreflexion eintretenden Polarisation — für ein schärferes Hervortreten der Grenze im reflektirten Licht oft nützlich, sich eines Analysators über dem Okular zu bedienen. Derselbe ist in eine Hülse gefasst, mittels der er sich auf das Okular einfach aufstecken lässt. Durch einen Indexstrich an seiner Hülse und 4 Theilstriche auf dem Okularstutzen sind seine Hauptlagen 0°, 45°, 90° markirt. Auf Wunsch wird ein Analysator mit Theilkreis (ganze Grade) zu dem Apparat geliefert.

Um die Lagen der Grenzkurven gegen einander zu finden kann man sich eines sogenannten Goniometerokulars bedienen i. e. eines mit einer Gradtheilung verbundenen Okulars, in dessen Fokalebene sich ein System paralleler Striche befindet. Letztere werden nacheinander den betreffenden Grenzkurven parallel gestellt und am Theilkreis die zugehörigen Ablesungen gemacht. Auch diese Einrichtung wird nur auf besonderen Wunsch zu dem Apparat hinzugeliefert.

Endlich ist von der

Anwendbarkeit des Apparats auf gemischtfarbiges oder weisses Licht

zu handeln.

Hat man es mit oligochromatischen Flammen zu thun oder mit ebensolchen Geissler'schen Röhren, so nimmt man ohne weiteres die den einzelnen Farben entsprechenden Grenzen wahr und kann nach einander durch Drehung der Mikrometerschraube jede derselben einstellen und die zugehörige Ablesung am Vertikal-Kreis machen. Hieraus ergeben sich, — wenn die Brechungsexponenten der Halbkugel für die betreffenden Farben bekannt sind — ohne weiteres die der untersuchten Substanz für dieselben Wellenlängen. Die Geissler'schen Röhren müssen für diesen Zweck — ebenso wie für das Abbe'sche Spektrometer — mit dem kapillaren Theil horizontal gestellt sein und in der „Durchsicht“ gebraucht werden, so dass sie dem Apparat nur einen hellen Kern darbieten. Das von diesem aus divergirende Licht wird durch eine Linse in nahe parallelstrahliges, über die Planfläche der Halbkugel streifendes verwandelt.

Der Apparat kann jedoch durch Hinzufügung eines kleinen Spektroskops auch auf die Beobachtung mit weissem Tageslicht und zur Bestimmung der Dispersion unter Anwendung der Fraunhofer'schen Linien verwandt werden. Pulfrich hat bereits eine hierfür geeignete Vorrichtung angegeben (*Wied. Ann.* **30** *S. 489*). Er macht Gebrauch von „der Methode der Kreuzung einer totalen Reflexion mit einer Dispersion.“ Vielleicht noch einfacher ist es, den Spalt eines kleinen geradsichtigen „Taschen“spektroskops, welches sich an Stelle des gewöhnlichen Okulars in den Okularstutzen einführen lässt, der Auslöschungsgrenze parallel zu stellen und direkt zu beobachten, bis zu welcher Stelle des Spektrums die Auslöschung vorgeschritten ist. Umgekehrt, indem man die Auslöschungsgrenze durch Drehen der Feinbewegungsschraube bis an bestimmte Linien des sichtbaren Spektrums heran-

treten lässt, hat man es in der Hand, die Exponenten der untersuchten Substanz für diese Linien zu bestimmen.

Die Anwendung dieses Hilfsapparats ist auf durchfallendes Licht beschränkt, da sonst die Grenze nicht deutlich genug hervortritt. Man stellt das Refraktometer entweder direkt dem Tageslicht gegenüber oder lenkt dieses durch einen Spiegel dem Vertikalkreise und der Basis der Halbkugel parallel auf diese letztere.

Einfluss der Messungs- und Justirungsfehler auf das Resultat.

Wenn der Brechungsexponent der Halbkugel, N, bekannt und der Winkel der Totalreflexion w, für irgend eine Farbe, gemessen ist, so folgt der Brechungsexponent n der Substanz, gegen welche die Totalreflexion stattfand, einfach aus der Formel:

$$n = N \cdot \sin w.$$

Durch Variation der Grössen w und N in dieser Gleichung erhalten wir den Einfluss, den ein Fehler in der Bestimmung dieser Grössen auf das Resultat, d. i. auf die Grösse von n ausübt. In der That, sei N um δN und w um δw falsch, so wird n um δn gefälscht, so zwar dass

$$\delta n = N \cos w \cdot \delta w + \sin w \cdot \delta N,$$

oder:

$$\frac{\delta n}{n} = \frac{\delta w}{\operatorname{tg} w} + \frac{\delta N}{N}, \qquad \delta n = n\,(\delta w / \operatorname{tg} w + \delta N/N).$$

Es beeinflusst also ein Fehler in der Bestimmung von N den Werth von n im Verhältniss zur Grösse von N selbst und ein Fehler in der Bestimmung von w im Verhältniss zur Tangente von w.

Den Brechungsexponent der Halbkugel kann man an einem Prisma aus demselben Glasstück aus welchem sie geschnitten ist, mittels Spektrometers jedenfalls bis auf wenige Einheiten der fünften Dezimale genau bestimmen. In soweit kann also der Einfluss von δN auf n vernachlässigt werden.

Den Winkel w kann man ganz gut auf 20″ messen; dies erlaubt sowohl die Einstellungs- als die Ablesungsgenauigkeit des Instruments. Bei manchen Messungen erreicht man sogar eine Genauigkeit von 10″. Halten wir ersteren Werth für δw fest, so ergiebt sich der Einfluss von δw auf δn verschieden je nach der Grösse von w und n, nämlich unter den gegebenen Verhältnissen — es ist im vorliegenden Falle N etwa = 1.75 — entsprechen sich bei δw = ca. 20″(= 0,0001)

n =	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	
w =	34° 51′	43° 17′	53′ 7′.8	66° 6′.2	76° 16′.3	
δn =	1,44	1,27	1,05	0,71	0,41	Einheiten der vierten Dezimale.

Diese Genauigkeit ist eine für die meisten Zwecke durchaus genügende. Bei Pulfrich ist die Empfindlichkeit an und für sich eine höhere da bei ihm der Winkel der Totalreflexion durch eine zweite Brechung Glas-Luft noch vergrössert wird. Bei dem von ihm beschriebenen Instrument sind Brechungsindizes von (nahe) 1.393 bis 1.715 bestimmbar und entspricht diesen eine Drehung des Fernrohrs um 90°, während bei dem Abbe'schen Instrument die Grenzen der Bestimmbarkeit (immer mit demselben Grundkörper) von nahe 1.0 bis 1.75 reichen und dabei vom Fernrohr nur ein Winkel von ca. 55° bestrichen wird. Diese geringere (geometrische) Empfindlichkeit wird eben durch die grössere Einstellungsgenauigkeit wieder ausgeglichen, welche dieses Instrument vor jenem voraus hat.

Als ein Vortheil der Abbe'schen Einrichtung muss auch dies bezeichnet werden, dass das Objektiv von den reflektirten Strahlenbüscheln stets in gleicher Weise (meist voll) in Anspruch genommen wird. Etwa vorhandene Fehler in dem Aplanatismus desselben werden auf diese Weise nicht zur Geltung kommen können. Ganz gleich unter welchem Winkel die Totalreflexion stattfindet, die Büschel divergiren immer sowohl wirklich als scheinbar von derselben Stelle, nämlich von derjenigen an welcher die Reflexion thatsächlich stattgefunden hat. Wenn also der zu untersuchende Gegenstand einigermaassen zentral auf die Basis der Halbkugel gelegt wird, so durchsetzen die reflektirten Strahlenbüschel bei jeder Stellung des Fernrohrs dessen Objektiv zentral, oder füllen es ganz aus. Dementsprechend muss auch die gemeinsame Drehungsaxe des Fernrohrs und Vertikal-Kreises, die der Halbkugel (und zwar in deren Mittelpunkt) schneiden.

Anders bei Pulfrich. Die Gesammtheit der Strahlen, welche in je einem Meridianschnitt von einem Punkte der Zylinderoberfläche in das Fernrohr gelangen können, ist nach der Brechung im Zylindermantel keineswegs mehr homozentrisch, sondern die verschiedenen Elementarbüschel, in die man sie sich zerlegt denken kann, haben ihre Spitzen in den verschiedenen Punkten der bekannten Diakaustik durch Brechung an einer geraden Linie. Denn nichts anderes als diese wird durch die Gesammtheit der in je einem Meridian verlaufenden Strahlen thatsächlich gebildet.

Die von demselben Punkt der Zylinderoberfläche ausgehenden Strahlen durchsetzen das Fernrohrobjektiv, also je nach ihrer Neigung (das heisst je nach der Verschiedenheit des zu bestimmenden n) in verschiedenen Theilen oder die das Objektiv an der gleichen Stelle durchsetzenden, rühren jeweilig von verschiedenen Stellen der reflektirenden Flächen des zu untersuchenden Körpers her. Es können in Folge dessen kleine Fehler im Aplanatismus des Objektivs und in der Vollkommenheit der Planfläche jenes Körpers leicht zu Messungsfehlern Anlass geben.

Diesen Verhältnissen Rechnung tragend, hat Pulfrich auch die Axe des Fernrohrs „exzentrisch zur Axe des Zylinders" gestellt, wahrscheinlich in eine mittlere Stelle der genannten Diakaustik (dem widerspricht allerdings die Bezeichnung „in der Höhe der obersten Zylinderfläche") damit die Abweichungen von dem mittleren Winkel an für kleinere und grössere Winkel nach entgegengesetzten Seiten liegen. Durch eine solche excentrische Anordnung wird aber die Symmetrie des Apparats in Bezug auf die Axe des Glaszylinders gestört; Messungen zu beiden Seiten dieses Zylinders sind nicht mehr gleichwerthig.

Was den Einfluss der Justirungsfehler betrifft so ist es zunächst ganz belanglos, ob die optische Axe des Objektivs bezw. Fernrohrs genau durch die Drehungsaxe desselben geht und ob die durch das Fadenkreuz markirte Stelle der Brennebene in dieser Axe liegt, da doch immer nur Differenzbestimmungen gemacht werden und in sofern jede Stelle des Fernrohrsehfeldes gleichwerthig ist. Es ist nur darauf zu achten, dass die etwaige Schiefstellung des Objektivs nicht so weit geht, dass sie die Güte der Bilder beeinträchtigt. Im übrigen aber wirkt dieselbe nur in sofern, als durch sie eine Art Luftprisma zwischen den einander zugewandten Flächen der Halbkugel und des Fernrohrs gebildet, und durch dieses eine kleine prismatische Ablenkung der Büschel hervorgebracht wird, die aber bei allen Stellungen dieselbe ist, also im Resultat herausfällt. Dies gilt für Schiefstellung des Fernrohrobjektivs sowohl in horizontaler als in vertikaler Richtung.

Ob die Halbkugel wirklich eine solche oder ein grösseres oder kleineres Segment der Kugel sei ist wie früher hervorgehoben gänzlich irrelevant, da die



Winkelgrössen welche hier allein in Frage kommen davon nicht abhängen. Von grösserer Wichtigkeit ist nur der eine, ebenfalls schon früher erwähnte Umstand, dass der geometrische Mittelpunkt des betr. Kugelsegments genau in der Axe des Vertikalkreises und Fernrohrs liege, dass also letzteres sich um die Kugel genau konzentrisch drehe. Anderenfalls wird die Ablesung am Theilkreis den Winkel der Totalreflexion zu gross oder zu klein angeben, je nachdem der Mittelpunkt der Kugel höher oder tiefer als der des Theilkreises liegt. Sehen wir uns den Einfluss eines bezüglichen Fehlers etwas näher an.

Stehe (vgl. Fig. 5) der Mittelpunkt H der Halbkugel, deren Index N und deren Radius r ist, um e tiefer als die Axe des Kreises und Fernrohrs, K. Ist dann einmal das Fernrohr auf eine Grenzkurve eingestellt und der Winkel w' gefunden — etwa durch Einstellung des Fernrohrs auf die entgegengesetzten Seiten der Halbkugel und Halbirung des Gesammtwinkels — so würde das hieraus berechnete $n' = N \,.\, \sin w'$ falsch sein. Denn das Strahlenbüschel, welches ausserhalb der Kugel um w' gegen die Normale geneigt ist, und dessen Hauptstrahl durch den Mittelpunkt der Kreis-Fernrohraxe ging, hatte im Innern der Halbkugel eine Neigung w gegen die Normale, welche entsprechend der an der sphärischen Fläche der Halbkugel stattgehabten Brechung grösser als w ist. In Wirklichkeit ist also nicht w' sondern w der Grenzwinkel der Totalreflexion und der Brechungsindex der untersuchten Substanz ist $n = N \,.\, \sin w$. Bilde nun der Hauptstrahl des Büschels im Innern der Kugel den Winkel i mit dem Einfallsloth (Radiusvektor), nach der Brechung den Winkel $HPK = i'$, so ist $\sin i' = N \,.\, \sin i$, wofür man wegen der Kleinheit dieser Winkel auch schreiben kann $i' = N \,.\, i$.

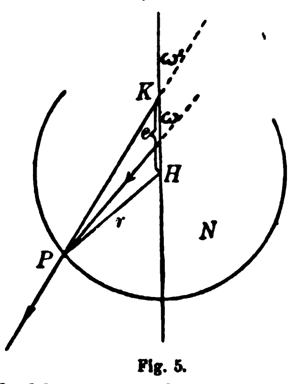


Fig. 5.

Es ist ferner:

$$w = w' + (i' - i),$$

also:

$$\sin w = \sin w' + (i' - i) \cos w',$$

unter Berücksichtigung der Kleinheit von i' und i; daher:

$$n = N \sin w = N \sin w' + N (i' - i) \cos w'.$$

Nun ist:

$$i' - i = i\,(N - 1) = i' \, \frac{N-1}{N};$$

aus dem Dreieck PKH folgt ferner nach dem trigonometrischen Sinussatz:

$$\frac{e}{r} = \frac{i'}{\sin w'}, \text{ also } i' = \frac{e}{r} \sin w',$$

daher:

$$i' - i = \frac{N-1}{N} \frac{e}{r} \sin w';$$

dies in den Ausdruck für n eingetragen giebt:

$$n = N \sin w' + N \sin w' \, \frac{e}{r} \frac{(N-1)}{N} \cos w'.$$

$N \sin w'$ ist der unter Zugrundelegung des falschen, unkorrigirten Winkels w' sich berechnende Werth n', also

$$n = n' \left\{ 1 + \frac{e}{r} \frac{N-1}{N} \cos w' \right\}.$$

Die Grösse $\frac{e}{r}$, die Exzentrizität der Halbkugel ermittelt man durch Bestimmung eines bekannten Brechexponenten, etwa dessen der Luft. Hat man für diesen, statt des Winkels w_0 den Winkel w_0' und unter Benützung der Gleichung

$$N \sin w_0' = (1 + \varepsilon)$$

für die Luft statt des Index 1 gefunden $1 + \varepsilon$, so hat man ganz entsprechend der Korrektionsgleichung für n, hier:

$$1 = (1 + \varepsilon) \left\{ 1 + \frac{e}{r} \frac{N-1}{N} \cos w_0' \right\},$$

woraus:

$$\frac{e}{r} = - \frac{\varepsilon N}{(N-1) \cos w_0'} \text{ folgt.}$$

Auf diese Weise ist man im Stande, durch Kontrolbeobachtung der Totalreflexion gegen Luft aus den hierfür gefundenen Werthen des Grenzwinkels und unter Benutzung des bekannten Index der Glaskugel den Exzentrizitätsfehler rechnerisch zu eliminiren. Man kann diese Korrektion auch schon am Winkel selbst anbringen, indem man aus den obigen Gleichungen ableiten kann:

$$w = w' + \frac{N-1}{N} \frac{e}{r} \sin w',$$

worin e/r aus

$$w_0 = w_0' + \frac{N-1}{N} \frac{e}{r} \sin w_0'$$

gefunden wird, nämlich

$$\frac{e}{r} = \frac{(w_0 - w_0') N}{(N-1) \sin w_0'}, \text{ oder, im Nenner } w_0' = w_0 \text{ gesetzt,}$$

$$\frac{e}{r} = \frac{N^2}{N-1} \cdot (w_0 - w_0').$$

Die Grösse des Korrektionsgliedes ist sehr erheblich, z. B. bei $N = 1{,}75$, $r = 25{,}0$ *mm* und $e = 0{,}1$ *mm*,

ist für $n =$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7
$n - n' = n' \frac{e}{r} \frac{N-1}{N} \cos w' =$	0,00141	0,00150	0,00144	0,00110	0,00070

Die Höhe der planen Grundfläche ist bei dem Pulfrich'schen Instrument ganz ohne Einfluss auf das Resultat der Messung.

Jena, Optische Werkstatt, Mai 1890.

Das Heliometer der Kap-Sternwarte[1]).

Von
Dr. O. Knopf in Jena.

Eines der wichtigsten astronomischen Instrumente ist das Heliometer. Seinen Namen führt es von seiner Benutzung zur Ausmessung des Sonnendurchmessers; ganz allgemein dient es jedoch zur Messung geringer Entfernungen am Himmel,

[1]) Die nachstehende Beschreibung, auf Grund einer in *Engineering 1889*. **49**. *Nr. 1253* und *1254* erschienenen Abhandlung bearbeitet, glauben wir an dieser Stelle veröffentlichen zu sollen, weil sie sowohl für einen Theil unserer Leser grosses Interesse hat als auch in manchen Beziehungen Neues bietet. Die Figuren sind nach den an genannter Stelle gegebenen Zeichnungen neu geschnitten worden. D. Red.

klemmt wird. Die feinere Einstellung der Polaraxe geschieht, wie bereits erwähnt, durch die eine Fussschraube des Dreifusses. Zur Prüfung der vertikalen Stellung der Säule dient eine zwischen den beiden Wänden des Säulenkopfes befindliche, um einen Zapfen drehbare Libelle.

Am oberen Ende des Mantels der Stundenaxe sitzt auf letzterer das gezahnte Stundenrad *C* lose auf. Durch die Klemme *k*, welche an dem Mantel *D* der Deklinationsaxe befestigt ist, kann es mittels des Schlüssels *r* auf der Stundenaxe festgeklemmt werden, so dass diese der dem Stundenrad durch das Uhrwerk ertheilten Rotation folgen muss.

Das Uhrwerk befindet sich am Fuss der Säule. Die Regulirung der Bewegung geschieht durch die elastische Stahlstange *b*, welche unten befestigt ist, an ihrem oberen Ende aber, wo sie ein schweres Gewicht trägt, durch eine Gabel seitwärts geneigt wird, so dass sie nie ganz vertikal stehen kann. Diese Gabel sitzt auf der Welle des Uhrwerkes, deren Umdrehung regulirt werden soll. Je näher vertikal die Stange steht, um so leichter wird sie sich durch die Gabel herumdrehen lassen; je mehr sie gebogen ist, um so schwieriger wird dies sein, wegen der dabei in der Stange zu überwindenden grösseren inneren Reibung. Bewegt sich nun beispielsweise die Welle zu langsam, so wird der Stahlstab in eine vertikale Lage übergehen, in welcher er nunmehr der Gabel geringeren Widerstand entgegensetzt, so dass diese in schnellere Rotation kommt. Bewegt sich dagegen die Welle zu rasch, so nimmt der Stab, weil das Gewicht durch die Zentrifugalkraft nach aussen getrieben wird, eine stärkere Krümmung an. Zur Aenderung seines Azimuthes wird die Gabel jetzt einen grösseren Kraftaufwand nöthig haben und dadurch zu einer langsameren Rotation gezwungen sein. Die Stahlstange wird daher bei der Regulirung um eine mittlere Lage hin und her schwanken.

Von dem Uhrwerk aus wird die Bewegung durch die Triebstange *c* auf ein kleines, einem der oben erwähnten Zapfen lose aufsitzendes Zahnrad übertragen, und von hier aus führt ein kleineres Trieb zu der in das Stundenrad eingreifenden, an dem Kreisbogen *B* befestigten Schraube ohne Ende. Auf diese Weise ist für jede Lage der Polaraxe die Verbindung zwischen Uhrwerk und Stundenrad ohne Weiteres hergestellt.

Nach dem andern Ende der Polaraxe zu befindet sich zunächst der Stundenkreis *E*, welcher zur Einstellung des Instrumentes im Stundenwinkel dient und durch zwei einander gegenüberstehende Mikrometer-Mikroskope abgelesen wird. Der Beobachter besorgt die Einstellung durch Drehung des Handrades *H*, welches mit dem grösseren Zahnrad *Z* durch ein kleines Zwischenrad in Verbindung steht. Die feinere Einstellung geschieht mittels des Schlüssels *r*.

Zu unterst befindet sich an der Polaraxe das Gegengewicht *G*, das den Schwerpunkt des Instrumentes in die Verbindungslinie der beiden Zapfen legen soll. Um jedoch diese letzteren thunlichst zu entlasten, sind am oberen Ende der Polaraxe zwei senkrecht gegen sie drückende Friktionsrollen angebracht, während nahe ihrem unteren Ende eine vertikal stehende Rolle gegen eine abgeschrägte Fläche der Polaraxe drückt. Der Druck der beiden erst erwähnten Rollen wird durch die Gewichte *g* regulirt, welche sich längs zweier Hebelarme, an denen die Rollen sitzen, verschieben lassen.

Auf der Polaraxe sitzt oben der Mantel *D* der Deklinationsaxe fest auf. An dem nach dem Fernrohr gerichteten Ende trägt er den Deklinationskreis *K*;

derselbe ist zum Schutz gegen Verstaubung mit einer Hülse umgeben, welche nur die zur Ablesung nothwendigen Oeffnungen frei lässt. Am unteren Ende trägt er das Gegengewicht *F*, welchem eine flache Gestalt gegeben worden ist, damit das Instrument auch unter niedrigen Polhöhen, wo die Polaraxe nahe horizontal liegt, ohne erst besonderer Umänderung zu bedürfen, aufgestellt werden kann. Die Deklinationsaxe, welche sich innerhalb des Mantels *D* befindet, trägt oben das Lager *L*, in welchem sich das Fernrohr um seine Axe drehen lässt. Eine solche Drehung muss nämlich möglich sein, weil, wie oben bereits besprochen, bei der Beobachtung der Spalt des Objektives die Richtung der Distanz der beiden Sterne bekommen muss. Bei den älteren Heliometern ist, wie hier eingeschaltet werden mag, nicht das ganze Rohr, sondern nur der Objektivkopf drehbar.

An unserem Heliometerrohr lassen sich drei Theile unterscheiden: das nach dem Objektiv zu liegende, schwach konisch geformte Ende, das mittlere vom Lager *L* umschlossene Stück und das Okularende. Alle drei sind fest mit einander verbolzt. Da der Beobachter die Einstellung der beiden Objektivhälften, wodurch die Bilder der zwei Sterne zur Deckung gebracht werden, vom Okular aus zu machen im Stande sein muss, und da es ferner wünschenswerth ist, dass die Ablesung der mit den Objektivhälften verbundenen Skalen, sowie die theilweise Abblendung der Objektivhälften vom Okular aus besorgt werden kann, so sind die dazu nöthigen Vorrichtungen, nämlich die Triebstange zur Bewegung der Schieber, das Mikroskop zum Ablesen der Skalen und zwei Triebstangen zur Bewegung der Abblendevorrichtungen, in den Tubus hineinverlegt. Damit aber das Rohr keinen unnöthig grossen Durchmesser erhalte, sind Objektiv und Okular exzentrisch angebracht, so dass die optische Axe nicht mit der Axe des Rohres zusammenfällt, sondern seitwärts und zwar parallel zu ihr zu liegen kommt. Bei der Drehung des Rohres bleibt die optische Axe sich demnach immer selbst parallel. Da das Heliometer nicht für nahe, terrestrische, sondern nur für solche Objekte benutzt wird, deren Entfernung verglichen mit jener seitlichen Verschiebung als unendlich gross zu betrachten ist, so macht die seitliche Lage der optischen Axe im Rohr nichts aus. Natürlich ist Fürsorge getroffen, dass sowohl das Mikroskop wie die Triebstangen immer ausserhalb des Strahlenkegels bleiben.

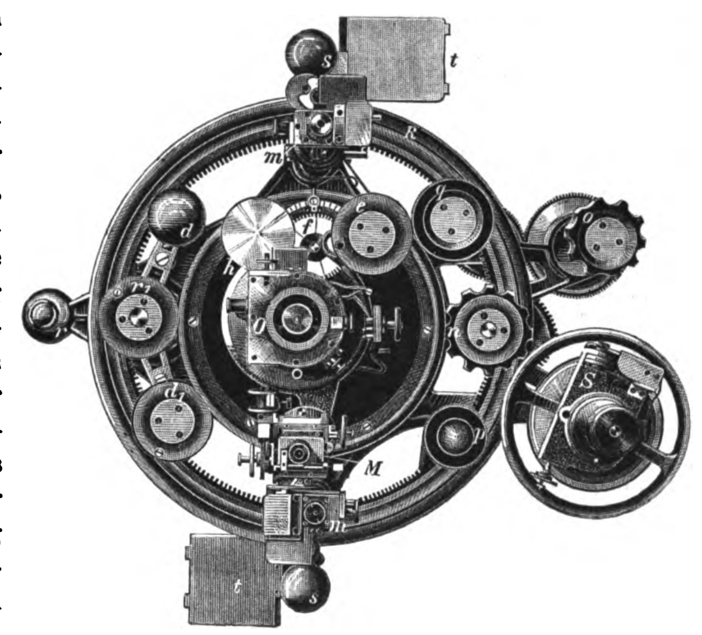


Fig. 2.

Für gewisse Theile des Instrumentes, z. B. die Rektaszensions- und Deklinationsschlüssel und den Sucher, ist es wünschenswerth, dass sie vom Okularende aus zu benutzen sind, ohne jedoch bei der Drehung des Rohres ihre

Lage zu verändern. Zu diesem Zweck ist das Okularrohr noch von einem weiteren Rohr umgeben, welches an dem Lager *L* mit Bolzen befestigt ist und sich daher ebenso wie dieses nicht mit dem Rohr dreht. In Figur 1 sieht man das schlanke Okularende *O* aus dem äusseren Tubus herausragen.

Zwischen dem Okularrohr und dem äusseren Rohr, innerhalb des letzteren, liegen die bis nahe an das Objektiv reichenden Triebstangen *e*, *f*, *h* und das Mikroskop *M* (s. Fig. 1 und 2). An seinem vorderen, d. h. nach dem Okular gerichteten Ende trägt der äussere Tubus, wie aus Fig. 2 ersichtlich, an mehreren Ansatzflächen, die der Figur ein sternförmiges Aussehen geben, die Schlüssel *r* und r_1 für die Klemme und Feinbewegung in Rektaszension und die Schlüssel *d* und d_1 für die Klemme und Feinbewegung in Deklination, ferner die zwei nachher noch zu besprechenden Mikrometer-Mikroskope *m* für die Ablesung des Deklinations- und Positionskreises, sodann die vier Handräder *n o p q*, welche zur Einstellung des Objektivspaltes im Positionswinkel dienen, und endlich den Sucher *S*.

Das mittlere Tubusstück hat an seinem oberen, nach dem Objektive gerichteten Ende einen breiten Flantsch, mit welchem es gegen drei Friktionsrollen drückt, die auf einem Flantsch des Lagers *L* befestigt sind. Das Rohr ist auf diese Weise an einem Durchschlüpfen durch das Lager in der Richtung nach dem Okularende verhindert. Gleich hinter diesem Flantsch des mittleren Tubusstückes befindet sich, über denselben hinausragend, der Positionskreis, welcher ebenso wie der Deklinationskreis von einer Schutzhülle umgeben ist. Zu seiner Ablesung dienen die beiden Mikroskope *m*. Dieselben werden gleichzeitig auch zur Ablesung des Deklinationskreises benutzt, was durch ein im Rohr befindliches, die Hälfte des Querschnittes einnehmendes Prisma ermöglicht wird. Die Bilder der beiden Theilungen liegen im Gesichtsfeld neben einander.

Mit dem nach der Okularseite liegenden Tubusstück ist der mittlere Theil des Rohres durch einen breiten Flantsch verbunden. Derselbe besitzt fünf Oeffnungen, eine grössere, exzentrisch gelegene, von welcher aus das Okularrohr seinen Ausgang nimmt, und vier kleinere, durch welche das Ablesemikroskop für die Skalen, die Triebstange zur Bewegung der Schieber und die Triebstangen für die Abblendevorrichtungen hindurchgehen. Mikroskop wie Triebstangen befinden sich demnach, wie früher schon erwähnt, zwischen dem Okularrohr und dem äusseren, mit dem Lager *L* verbundenen, nicht drehbaren Rohr.

An dem Flantsch des Okularrohres ist ein Ring befestigt, welcher mit nach aussen gerichteten Zähnen besetzt ist, und, wenn das Rohr um seine Axe gedreht werden soll, durch ein Zahnrad in Bewegung gesetzt wird. Dieses Zahnrad steht mittels mehrerer Zwischenräder mit dem Handrad *n*, wovon später noch die Rede sein wird, in Verbindung. Um eine Feinbewegung des Rohres im Positionswinkel zu ermöglichen, ist um den Flantsch des Okularrohres neben dem vorhin erwähnten noch ein zweiter Ring gelegt, welcher vom Okular aus durch den Schlüssel *p* festgeklemmt und dann mittels des Schlüssels *q* gedreht werden kann. Der Schlüssel *q* führt nämlich zu einer an dem Ring sitzenden Schraube ohne Ende, welche in eine am Lager *L* befestigte Zahnstange eingreift und dadurch eine langsame Rotation des Tubus hervorruft.

Um das Rohr rasch im Positionswinkel — wenigstens genähert — einzustellen, dreht der Beobachter den grossen zwischen Friktionsrollen laufenden und an seiner Innenseite mit Zähnen versehenen Ring *R*, wodurch das Trieb, auf welchem

sich das Handrad *n* befindet, in Drehung gesetzt wird; das Trieb übermittelt die Bewegung nach dem oben besprochenen gezahnten Ring am Flantsch des Okularrohres. Eine langsamere Drehung des Rohres wird stattfinden, wenn man das Zahnrad *n* unmittelbar mit der Hand dreht, eine noch langsamere, wenn man sich des Handrades *o* bedient, das durch eine Räderübertragung auf die bei der Feineinstellung benutzte Triebstange *q* wirkt, so dass diese sich rascher dreht, als wenn man sie direkt mit der Hand bewegte. Auf vier, durch verschiedene Geschwindigkeit der Drehung sich unterscheidende Weisen lässt sich demnach das Heliometer im Positionswinkel einstellen.

Der Sucher hat ein von Dr. H. Schroeder in London verfertigtes Objektiv von 8 *cm* Oeffnung und 48 *cm* Brennweite. Der Durchmesser des Gesichtsfeldes beträgt vier Grad. Damit der Beobachter sich eine genäherte Kenntniss von der Entfernung zweier Objekte im Sucher verschaffen kann, ist ein Mikrometer an demselben angebracht, bestehend aus zwei Fäden, die bei Drehung einer Schraube von der Mitte aus nach entgegengesetzten Seiten auseinander gehen. In Positionswinkel ist das Mikrometer durch das Handrad *J* drehbar.

Die Täfelchen *t* sind zur Aufnotirung der Beobachtungen bestimmt.

Das Objektiv mit seinen zugehörigen Theilen sitzt auf einer gusseisernen Platte, welche auf einem Flantsch am oberen Ende des Tubus befestigt ist. Die beiden die Objektivhälften tragenden Schieber bewegen sich bei Drehung der Triebstange von der Mitte nach verschiedenen Seiten, im Maximum um zwei Grad nach jeder Seite hin, und zwar auf zylindrischer Unterlage, so dass sich der Abstand der Objektivhälften vom Fokus nicht ändert. Durch zwei Rollen werden die Schieber zur Sicherung der Führung gegen ihre Unterlage gedrückt; der Druck der Rollen ist durch Schrauben regulirbar. Auf den Schiebern sitzen die Objektivhälften in ihren Fassungen auf, die eine fest, die andere durch Schräubchen verstellbar, damit ein eventuelles Nichtzusammenfallen der beiden Bilder bei der Mittellage der Objektivhälften korrigirt werden kann. Durch Schirme, welche an den Fassungen der Objektivhälften und über den Schiebern angebracht sind, wird eine Verstaubung der Gleitflächen nach Möglichkeit verhindert. Die Skalen bestehen aus dünnen Platin-Iridiumplättchen, weil diese sich leicht den zylindrisch gekrümmten Schiebern anschmiegen. Die Theilung ist nach unten gekehrt; zur Ablesung dient, wie schon erwähnt, das Mikroskop *M*.

Um die Skalen prüfen zu können, ohne den Gebrauch des Instruments zu stören, trägt dasselbe am Objektivkopf ein kleines, mit einem Mikrometer versehenes Mikroskop *N*, welches durch eine Schraube längs der Skalen ebenfalls mit zylindrischer Führung bewegt werden kann. Das Bild der Skalen wird durch ein total reflektirendes Prisma in das Mikroskop geworfen. Die Bewegung der Schieber während der Prüfung der Skalen wird mittels der am Objektivkopf befindlichen Schraube *i* vorgenommen, so dass der am Objektivende des Rohres stehende Beobachter sich nicht des Schlüssels *e* zu bedienen braucht.

Zur Angabe der Temperatur der Skalen, welche bei der Reduktion der Beobachtungen zu berücksichtigen ist, dient ein in ihrer unmittelbaren Nähe befindliches Thermometer.

Für den Fall, dass die beiden Sterne, deren Entfernung gemessen werden soll, nicht von gleicher Helligkeit sind, empfiehlt es sich, den helleren bis auf die Helligkeit des schwächeren abzublenden, weil sonst leicht systematische Beobachtungsfehler eintreten können. Zu dem Zweck ist neben dem Objektiv das

Rad P angebracht, welches sich vom Okular aus durch den Schlüssel h drehen lässt. Es ist durch Speichen in sechs Sektoren getheilt, von denen fünf gleich gross sind, während der sechste die doppelte Grösse der übrigen hat. Dieser letztere Sektor ist frei, die beiden an ihn stossenden sind dagegen mit Gittern bedeckt, die hierauf folgenden sind wieder frei und der letzte wieder mit einem Gitter versehen. Die drei Gitter sind von verschiedener Dichte. Auf diese Weise ist die Möglichkeit gegeben, entweder alle beiden Objektivhälften frei zu lassen, indem man den grossen Sektor vor sie bringt, oder irgend eine der beiden Objektivhälften mehr oder weniger abzublenden. Ueber die Stellung der Sektoren giebt dem Beobachter am Okular eine mit dem Schlüssel h verbundene Scheibe Auskunft. Das Rad kann auch abgenommen und durch ein anderes mit enger oder weitermaschigem Gitter ersetzt werden. Ausbalanzirt wird es durch das Gegengewicht l.

Ferner ist noch eine unter Umständen mit der vorigen gleichzeitig zu benutzende Abblendevorrichtung vorhanden, bestehend in zwei hinter dem Objektiv liegenden undurchsichtigen Plättchen, welche, wenn sie nicht wirken sollen, sich zusammengeklappt auf den Objektivspalt projiziren, wenn sie aber wirken sollen, mittels des Schlüssels f den durch das Objektiv eintretenden Lichtstrahlen in den Weg gestellt werden. Die jeweilige Stellung der Plättchen kann der Beobachter wieder am Okular aus der Stellung eines Index erkennen.

Das Mikrometer des Ablese-Mikroskopes für die Skalen M besitzt eine Registrirvorrichtung. Hat man bei demselben die Einstellung des Striches zwischen die Fäden besorgt, so dreht man am Kopf einer steil geschnittenen Schraube, wodurch die Anzahl der ganzen Umdrehungen und der augenblickliche Stand der Mikrometertrommel auf einem sich um ein Stück abwickelnden Papierstreifen markirt wird.

Die Beleuchtung geschieht durch elektrische Glühlämpchen. Solche sind angebracht an den Mikroskopen des Stundenkreises, ferner eines oben auf dem Lager für das Rohr bei u, von wo aus die unter den Mikroskopen m befindlichen Stellen des Deklinations- und Positionskreises ihr Licht bekommen; das Glühlämpchen v wirft seine Strahlen in den Tubus, wo sie von einem Spiegel nach den Skalen reflektirt werden. Ein anderes Glühlämpchen sendet sein Licht vom Okularende aus nach dem Objektiv zu, wo es durch einen kleinen Spiegel wieder zurückgeworfen wird und so das Gesichtsfeld erhellt. Durch Einschaltung von Widerständen kann das Licht dieser Lampe beliebig geschwächt werden. Ein Lämpchen dient ferner zur Beleuchtung der Trommel des Okularmikrometers, der Theilung am Okularauszug, der Schreibtäfelchen und des Scheibchens sowie des Index, welche die Stellung der Abblendevorrichtungen anzeigen. Endlich erhalten noch das Mikrometer und das Gesichtsfeld des Suchers durch Glühlämpchen ihre Beleuchtung. In die Leitung zu den an beweglichen Theilen des Fernrohres befindlichen Lämpchen, nämlich zum Lämpchen v und zum Lämpchen am Sucher, sind an den Stellen, wo der bewegliche und der unbewegliche Theil aneinander stossen, Kontaktringe eingeschaltet, weil sonst die Drähte leicht in Unordnung gerathen würden. Die Lämpchen können einzeln zum Erglühen gebracht werden, nur das Lämpchen u, welches zur Ablesung des Deklinations- und Positionskreises dient, erglüht stets gleichzeitig mit dem, welches die Mikrometertrommeln an den Mikroskopen m beleuchtet; da sie beide immer zusammen gebraucht werden, sind sie in dieselbe Leitung gelegt.



Ein von Repsold für das Heliometer gelieferter Beobachtungsstuhl ist von derselben Konstruktion wie der zum grossen Pulkowaer Refraktor gehörige, ebenfalls von Repsold gebaute. Er steht auf vier Rädern, deren Axe nach einem in der Mittellinie der Heliometersäule liegenden Punkt gerichtet sind. Die beiden äusseren Räder bewegen sich auf einer kreisförmig gebogenen, zur Heliometersäule konzentrischen Schiene. Das Trittbrett und der Sitz des Beobachters können von diesem selbst durch ein Handseil in die zur Stellung des Fernrohres passende Höhe gebracht werden. Durch ein anderes Handseil, welches auf eines der beiden äusseren Räder wirkt, kann der Beobachter von seinem Sitz aus den Stuhl um die Heliometersäule bewegen.

Das Instrument, dessen Beschreibung wir gegeben haben, ist seit seiner Aufstellung im Jahre 1887 in regelmässigem Gebrauch gewesen und bereits zu einer grossen Anzahl von Beobachtungen benutzt, welche die Vortrefflichkeit seiner Einrichtungen auf das Deutlichste erwiesen haben. Dieser Erfolg wird in gleicher Weise der auf das Instrument verwandten geistigen Arbeit wie der vorzüglichen mechanischen Ausführung verdankt.

Gegenseitige Relation verschiedener Normalthermometer.

Von
W. Marek in Wien.

Die k. k. Normal-Aichungs-Kommission in Wien hat im Jahre 1889 eine thermometrische Arbeit zum Abschlusse gebracht, deren Ergebniss auch weitere Kreise interessiren dürfte. Mit Zustimmung des Direktors dieser Anstalt erlaube ich mir hierüber Nachstehendes zu veröffentlichen.

Den Arbeiten der k. k. Normal-Aichungs-Kommission lag bis 1883 eine Temperaturskale zu Grunde, welche auf einem aus den dreissiger Jahren dieses Jahrhunderts herrührenden, aus thüringer Glase verfertigten, gut untersuchten Normalthermometer beruhte. Seit 1876 wurden die Angaben dieses, sowie der daran angeschlossenen Instrumente nach Prinzipien reduzirt, welche im Wesentlichen mit den weiter unten angeführten zusammenfallen, und seit 1883 war man hier bestrebt, sich an die Arbeiten des *Bureau international des Poids et Mesures* in Paris (Sèvres) thunlichst anzuschliessen. An diesem Musterinstitute für physikalische Präzisionsarbeiten war ursprünglich eine auf französischem Krystallglase (Thermometer von Alvergniat frères in Paris), später eine auf französischem Hartglase (Thermometer von Tonnelot in Paris) basirende Temperaturskale im Gebrauch, welche beide schliesslich endgiltig durch die Wasserstoffthermometerskale ersetzt wurden.

Die k. k. Normal-Aichungs-Kommission ging, dem obigen Beispiele folgend, gleichfalls allmälig auf die genannten drei Temperaturskalen über, wozu noch mit Rücksicht auf den unbestrittenen Werth des Jenaer Normalglases die Einführung einer Temperaturskale kam, welche auf aus diesem Glase hergestellten Thermometern beruhte.

Das Verhältniss dieser verschiedenen Temperaturskalen zu einander wurde bestimmt. Hierbei, sowie bei allen anderweitigen hiesigen thermometrischen Arbeiten wurde nach Prinzipien vorgegangen, die Herr Guillaume in seinem „*Traité de Thermometrie de précision*“ in vortrefflicher Weise dargestellt hat, auf welche daher nicht weiter eingegangen werden soll.



Das Verhältniss der französischen Hartglasskale zur Wasserstoffthermometerskale bestimmte am internationalen Maass- und Gewichtsbureau mit hoher Schärfe Herr Dr. Chappuis[1]; auf seinen Schlusszahlen fussend ergeben die hiesigen ausgedehnten Arbeiten im Mittel nachstehendes Resultat:

Temperatur[2]	Das Quecksilberthermometer aus: franz. Hartglase von Tonnelot	franz. Hartglase von Alvergniat	franz. Krystallglase von Alvergniat	Jenaer Normal-Glase	Thüringer Glase vom Jahre 1830 bis 40	Thüringer Glase vom Jahre 1888
	zeigt bei der nebenstehenden Temperatur gegen das Wasserstoffthermometer zu viel um Grade Celsius					
0° C.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	052	044	060	056	086	072
20	085	073	100	091	149	125
30	102	091	125	109	191	159
40	107	098	134	111	213	178
50	103	096	132	103	216	180
60	090	086	118	086	201	168
70	072	070	096	064	171	143
80	050	050	068	041	127	106
90	026	026	035	018	069	058
100	000	000	000	000	000	000

Von einigem Interesse ist noch die Kenntniss der Veränderungen des Eispunktes, insoweit dieselbe von der Temperatur abhängt, welcher das Thermometer ausgesetzt wird.

Die folgende Tabelle enthält die durchschnittliche relative Lage des Eispunktes der untersuchten Thermometersorten, wenn die in der ersten Spalte vermerkte Temperatur in aufsteigender Reihe erreicht und dann längere Zeit (mindestens eine Woche lang) annähernd erhalten wurde.

Temperatur	Relative Lage des Eispunktes in Graden des hunderttheiligen Thermometers aus: franz. Hartglase von Tonnelot	franz. Hartglase von Alvergniat	franz. Krystallglase von Alvergniat	Jenaer Normal-Glase	Thüringer Glase von 1830 bis 40	Thüringer Glase von 1865 bis 75	Thüringer Glase von 1888
0	— 0,000	— 0,000	— 0,00	— 0,000	— 0,00	— 0,00	— 0,00
10	003	003	00	000	01	01	03
20	008	008	01	002	02	03	07
30	016	015	03	005	03	04	11
40	025	023	05	010	04		16
50	036	034	07	016	06		22
60	050	046	10	024	08		29
70	067	060	14	034	09		36
80	076	076	19	045	11		44
90	076	094	24	058	14		52
100	068	113	29	073	16		61

Die beiden französischen Hartglassorten und das Jenaer Normalglas stellen nach unserer Erfahrung ein sehr gleichmässiges Fabrikat dar und es können die obigen Zahlen bis auf etwa 15% als für jedes Instrument giltig angenommen werden. Bei den Thermometern mit französischem Krystallglase weichen die Eispunkts-

[1]) *Travaux et Mémoires du Bureau international des poids et mesures. Tome VI.* — [2]) Individuelle Temperatur des Quecksilberthermometers.



änderungen einzelner Instrumente um 50% von den angesetzten Zahlen ab. Gleichzeitig von einem und demselben Fabrikanten bezogene Thermometer aus thüringer Glase zeigen in Bezug auf die Veränderungen des Eispunktes unter Umständen eine erstaunliche (in die 3. Dezimalstelle reichende) Gleichmässigkeit; aus verschiedenen Zeiten stammende Instrumente zeigen aber ein so verschiedenes Verhalten, dass den obigen Zahlen für thüringer Glas nur eine orientirende Bedeutung beizulegen ist.

Für Messungen von Temperaturen unter + 40° C. bewähren sich die Thermometer aus Jenaer Normalglas[1]) am besten, im übrigen ist das französische Hartglas dem Jenaer Glase gleichzustellen.

Neuere Kompassrosen, ihre Entwicklung, Grundzüge und Prüfung für den Gebrauchswerth auf See.

Von
Seeschiffer A. Schück in Hamburg.

(Schluss).

Nachdem in Vorstehendem die einzelnen Formen der neueren Kompassrosen besprochen worden sind, wird zu untersuchen sein, in welchem Verhältniss der Gebrauchswerth der verschiedenen Konstruktionen zu einander steht. Dies lässt sich nur aus zweckentsprechend angestellten Beobachtungen ableiten. Sehen wir zunächst, welche Anforderungen an eine gute Rose zu stellen sind.

Das Gewicht einer Rose soll nicht mehr als ein Drittel derselben Anzahl Gramme betragen, welche der Durchmesser in Zentimetern hat.

Die Einstellungsfähigkeit an Land wird durch direkte Beobachtung geprüft, nachdem man sich von der guten Beschaffenheit der zur Benutzung kommenden Pinnen und soweit möglich, auch des Steines im Hütchen, überzeugt hat; da aber stets auf Schwächung der Richtkraft beim Seegebrauch zu rechnen ist, sowohl wegen der an Bord befindlichen Eisenmassen als in Folge der Abnutzung von Pinne und Stein, so schwächt man mittels eines starken Magneten letztere vorübergehend, in unseren Gegenden bis auf ein Drittel des Betrages; es darf dann selbst bei einer ursprünglichen Schwingungsdauer von 20 *Sek.*, der Einstellungsfehler nicht grösser als $^1/_4{}^\circ$ werden. (Vgl. meine Aufsätze in *Hansa 1889 u. 1890).* Hierdurch hat man aber noch keinen brauchbaren Zahlenwerth für die Einstellung der Rose bei starken Schwankungen des Schiffes erhalten, also für den Gebrauchswerth auf See. — Schon oben ist gesagt, dass dieser sich auf das im Bau der Rose verwendete Verhältniss ihrer Beharrlichkeit zu ihrem Eigenmagnetismus gründet oder genauer auf das Quadrat ihrer Schwingungsdauer und auf ihre Schwingungskraft (eigne Schwungkraft). Die obere Grenze der Schwingungsdauer ist 20 *Sek.*, die untere hängt von der Grösse des Schiffes ab, doch sollte sie selbst für kleine Segelschiffe und Boote noch 10 *Sek.* sein. — Die Schwingungskraft (eigne Schwungkraft der Rose) wird berechnet nach der Formel:

$$S = \frac{u^2\, p\, s}{H},$$

in welcher u die Winkelgeschwindigkeit oder der Bogen, durch den die Rose in einer Zeitsekunde schwingt, p das Gewicht in Grammen, s die Entfernung des sogenannten Massenmittelpunktes vom Mittelpunkt der Rose in Zentimetern, H die

[1]) Diese Thermometer haben, wenn sie nicht von einem gewissenhaften Glasbläser stammen, die Neigung, im Laufe der Zeit ohne äussere Veranlassung zu zerspringen. An den aus demselben Glase verfertigten Aräometern ist diese Erscheinung hier nicht beobachtet worden.

Horizontalintensität des Erdmagnetismus nach *C. G. S. Einheiten* ist. Es ist also dieselbe Formel wie bei Pendelschwingungen, nur tritt H an Stelle von g (Beschleunigung des Falles durch Anziehungskraft der Erde). Die schon früher angegebene Formel für den Gebrauchswerth der Kompassrose:

$$W = \frac{t^2}{S}, \text{ wird also zu: } W = \frac{t^2 H}{u^2 p s}.$$

Die Bestimmung von H ist bekanntlich zeitraubend und schwierig; s kann nicht durch direkte Messung bestimmt werden, weil bei einem so zusammengesetzten Körper, wie die Kompassrose es ist, dadurch zu grosse Fehler entstehen; man hat also s aus anderen Beobachtungen abzuleiten. Da die Kompassrose gleich gesetzt werden kann einer dünnen Scheibe von derselben Beharrlichkeit K, so würde:

$$s = \sqrt{\frac{2K}{p}}.$$

K ist aber ebenfalls nicht unmittelbar bestimmbar, weil es an Vorrichtungen gebricht, die Schwingungen der Kompassrose am Kokonfaden bezw. -Bündel mit Fernrohr und Skale zu beobachten, durch Unkenntniss des Reibungsfaktors jedoch die Berechnung von K nach Schwingungen auf der Pinne ungenau wird; man hat also auch K abzuleiten aus Beobachtungen der Schwingungsdauer und des Eigenmagnetismus der Kompassrose; es ist:

$$K = \frac{t^2 MH}{\pi^2}.$$

Da M bestimmt wird nach dem Winkel φ, um welchen die Kompassrose einen Hilfsmagneten ablenkt, auf dessen magnetischer Axe in der Entfernung e ihre Nadeln senkrecht stehen, so dass

$$M = e^3 \sin\varphi \frac{H}{2}$$

ist, so erhält man nach Einsetzen dieses Werthes:

$$s = \frac{tH}{\pi} \sqrt{e^3 \sin\varphi},$$

und nach Einsetzen dieses Werthes von s:

$$W = \frac{t\pi}{u^2 \sqrt{p e^3 \sin\varphi}},$$

woraus sich, theoretisch betrachtet, sehr leicht der Gebrauchswerth einer Kompassrose für jeden beliebigen Bogen, in welchem sie schwingt, mit der zugehörenden Schwingungsdauer berechnen lässt, da man, weil $u = b/t$, auch setzen kann:

$$W = \frac{t^3 \pi}{b^2 \sqrt{p e^3 \sin\varphi}}.$$

Für den täglichen Gebrauch aber handelt es sich darum, den Werth W nach dem Verhalten der Rose innerhalb der Grenzen zu bestimmen, welche die Schwingungen einer guten Kompassrose nicht überschreiten sollten; man ist dann berechtigt zu schliessen, dass die Rose mit sehr kleinem W die Grenzen leicht überschreiten, die mit sehr grossem W sie nur selten erreichen wird.

Diese Bestimmung des Gebrauchswerths gründet sich auf dieselben Beobachtungen, die bisher ausgeführt sind, um die Güte der Kompassrosen zu bestimmen, sie verlangt nur noch Kenntniss der Umkehrpunkte und der einzelnen Schwingungsdauern; dagegen ist die Benutzung der Beobachtungen eine andere. Bisher ist (in Deutschland wenigstens) unterschieden worden ein Einstellungskoeffizient und ein Ruhekoeffizient; als ersteren betrachtete man M/p, als letzteren K/p; an-

genommen nun, dass die Unterschiede sich aufrecht erhalten lassen, hätte doch derjenige Werth von p bestimmt werden müssen, bei welchem für diese Formeln die Reibung auf der Pinne gleich 1 gesetzt werden kann und gleich 1 bleibt, d. h. bei welchem p so klein ist, um bei den in Betracht kommenden Verhältnissen einen verschwindend kleinen Druck auf die Pinnenspitzen auszuüben; ebenso fehlte Bezeichnung des Durchmessers und Baues der Rose, bei dem die Reibung am umgebenden Mittel gleich 1 gesetzt werden konnte. — Da ich das Ungenügende dieser Methode einsah, suchte ich nach einer besseren, als welche ich nach längeren Versuchen die hier dargestellte erkannte. Die zu ihrer Verwendung nöthigen Hilfsmittel, (gute Sinusbussole, Zentigramme angebende Waage und halbe Sekunden schlagende Uhr) sollen die Verfertiger der Kompassrosen schon jetzt besitzen, sie bedingt also keine Vergrösserung der Geschäftsunkosten und nur geringe der bisherigen Rechnung.

Ein Uebelstand besteht aber darin, dass sin φ zu klein wird bei denjenigen Rosen, bei denen die Entfernung der einzelnen Magnete von einander (die Breite des Magnetsystems) nicht verschwindend klein ist gegen das hier verwendete e, d. h. gegen die Entfernung der Rosenmitte von der Mitte bezw. den Polen des Hilfsmagneten. Dies trifft zu bei den sogenannten Normalrosen, bei den Perfall-Riccioli (-White) oder Hechelmann -Rosen, auch bei einigen von Carstens, Bromander u. A., vielleicht schon bei denen mit 8 Magneten von Thomson (White) und Ludolph. — Die Unkenntniss des Reibungsfaktors wirkt nach den verschiedensten Richtungen, so auch hier sehr störend, da man ohne ihn K, damit auch s nicht ableiten kann aus Schwingungen auf der Pinne. Jetzt erhalten diese Rosen ein zu grosses W, denn im täglichen Gebrauch wird nicht das mittlere e aus dem jedes einzelnen Magneten abgeleitet.

Für die beiden folgenden Tabellen habe ich die mir in letzter Zeit erreichbaren neueren Kompassrosen benutzt; nur wenige von altem System sind verwendet. Die Umkehrpunkte 10° und 6° sind gewählt, da eine gute Kompassrose keinen vollen Kompassstrich ausschwingen soll, bei den letzten Schwingungen wegen der Kleinheit der Bögen t aber schwer bestimmbar ist. Drei Bögen habe ich benutzt, weil mir dadurch der Einwurf beseitigt scheint, ein einzelner Bogen stelle die Rosen mit grosser Schwingungskraft (eignen Schwungkraft) zu ungünstig dar. — Für den Mechaniker hat es einigen Werth zu wissen, wohin ungefähr s fällt, daher habe ich es nach dem t der drei Bögen von 6° Ausschlag an berechnet; hierfür ist $H = 0{,}18$ angenommen; die Maasseinheiten sind Zentimeter, Gramm, Sekunde.

26 hat die Rose mit den Magneten an einem kleinen am Hütchen befestigten kardanischen Gehänge; 24 hat 4 grosse, geschweifte Magnetnadeln; 21 ist eine Aenderung von Knight's Rose (Fig. 11) insofern, als der Magnet nicht oben auf dem Hütchen bezw. dem Rosenblatte liegt, sondern unter dem Blatt, und in der Mitte durchbohrt ist, um das Hütchen einzuschrauben; 25 hat nur einen einfachen geraden Magnetstab; bei 18, 22 und 29 liegen die beiden Magnete sehr weit von der Mitte entfernt.

Es ist sofort ersichtlich, dass es kein Vortheil ist, das D der Rosen grösser zu machen als 20 bezw. 20,4 *cm*; ferner sieht man, dass allerdings die Schwingungsdauer t sehr grossen Einfluss hat auf den Gebrauchswerth bei Erschütterungen (auf See), dass aber auch die anderen Faktoren, besonders das Gewicht p ihren Einfluss leicht erkennen lassen. So ist es hauptsächlich der Gewichtsunterschied, der in der ersten Tabelle W_2 kleiner macht als W_1; ebenso wird 5 in Folge des

Vom Umkehrpunkt 10° an drei Bögen.

No.	Name des Verfertigers	$W = \frac{t^2 H}{u^2 p s}$	t	u	p	D	M	Schwingungen bis zur Ruhe.
1	White (Thomson) .	2,63255	18,95	0,59	6,0	20,4	63,30	9
2	Plath 2	2,50101	18,16	0,64	6,5	„	42,03	6
3	„ „	1,34583	16,48	0,78	6,35	„	56,90	9
4*	„ „	1,30279	18,22	0,64	9,5	25,1	108,82	6
5	„ „	1,30183	16,48	0,72	8	20,4	67,2	11
6	Ludolph 1 . . .	1,08360	21,57	0,58	20,5	20,5	151,88	5
7	White (Thomson) .	1,04204	17,76	0,58	12,2	25,4	187,21	„
8	Plath 2	0,94660	15,35	0,84	7	20,4	68,29	7
9	„ „	0,54187	16,71	0,86	12,8	30,2	232,03	„
10	„ „	0,35645	13,07	1,11	7,55	20,4	56,90	15
11	Hechelmann 3 . .	0,22714	16,76	1,00	13,8	25,4	348,71	11
12	„ „ . .	0,19427	14,15	1,13	11	20,4	259,93	17
13	„ 2 . .	0,17321	17,02	0,87	34	„	440,67	12
14	Harri (White) . .	0,16699	14,19	1,11	12,85	25,0	332,67	13
15	Plath 1	0,13115	13,65	0,90	33	20,4	437,48	9
16	Ludolph 2 . . .	0,12246	12,45	1,30	13,8	21,5	230,09	13
17	Hechelmann 2 . .	0,10721	15,76	0,95	38	22,5	628,00	11
18	Carstens	0,10185	14,23	1,08	34,8	20,4	370,25	16
19	Hechelmann 1 . .	0,06621	16,13	0,83	91	25,4	1219,23	7
20	Batty	0,05251	10,07	1,55	19	20,4	286,8	18
21	Gross	0,03972	11,28	1,28	44,8	16,0	601,55	18
22	Carstens	0,02235	9,04	1,74	32	17,8	500,94	12
23	Oertling (Normal)	0,02202	11,38	1,03	116	19,5	1803,06	7
24	Plath (Versuch) .	0,01411	11,62	1,42	79	20,3	1858,87	15
25	Bromander . . .	0,00987	8,86	1,98	50,2	18,2	926,25	22
26	Plath (Sturm) . .	0,00583	8,46	1,82	107	18,1	1594,94	11
27	„ (Boot) . .	0,00571	5,38	2,76	26,5	10,8	360,00	15
28	„ (Normal) .	0,00517	8,75	1,58	113	20,2	3574,10	„
29	Bromander . . .	0,00507	7,67	2,31	48,5	18,0	1470,52	24
30	Imme (Normal) .	0,00336	8,42	1,94	114	19,8	3432,44	„
31	„ „	0,00333	8,28	1,88	119	„	3678,04	„

* Hütchen auf See benutzt.

grösseren p geringwerthiger als 3; bei 4 und 9 ist das grössere D Ursache des grösseren p, doch handelt es sich hier nicht um die Ursache, sondern um die Wirkung von p, deshalb sehen wir W_4 bedeutend kleiner als W_2 und W_1, selbst kleiner als W_3. Noch auffallender ist das schädliche p bei 6 im Vergleich mit 1, 2, 4 und 7. 11 und 19 sind nach demselben Grundsatz gebaut, ihr t ist nahe gleich, das u von 11 grösser als das von 19, aber das bedeutend grössere p der letzteren ergiebt für sie bedeutend kleineres W. Aehnliches gilt von 11 und 13, 17 und 19. Dagegen ist der bedeutende Unterschied im W von 9 und 11 nicht nur durch das Gewicht, sondern auch durch das System begründet; ähnlich bei 3 und 11, 5 und 11 bezw. 19; zwischen 12 und 14 ist der Unterschied fast genau im Verhältniss der p, eine Folge des grösseren D von 14, der hier den Vortheil des Systems aufhebt. Bei 8 und 17 vereinen sich grosses p und Unterschied der Bauart zu Ungunsten der letzteren. Bei 12, 14 und 18 ist hauptsächlich das grössere p ein Nachtheil für letztere, bei 17 und 18 für erstere. 16 hat durch ihr geringeres p grösseres W als 17 bis 19 und verhältnissmässig wenig kleineres W als 15. Auch bei 20 bis 24 ist der Einfluss des Gewichtes auffallend gross, ebenso sind 27 und

Vom Umkehrpunkt 6° an drei Bögen.

No.	$W_a = \frac{t_a^2 H}{u_a^2 p s_a}$	t_a	u_a	$\frac{W_a}{W}$	s_a	$\frac{M}{p}$	Schwingungen bis zur Ruhe.
2	6,58761	17,22	0,34	2,634	8,37	6,47	5
1	5,51333	18,71	0,41	2,094	11,61	10,55	8
4*	4,63866	17,5	0,33	3,561	11,31	11,46	5
3	4,18665	15,88	0,43	3,111	9,08	8,96	6
5	3,91529	15,71	0,40	3,008	8,70	8,40	9
6	3,66972	21,15	0,31	3,387	10,99	7,41	3
8	2,89859	15,02	0,47	3,062	8,96	9,76	6
7*	2,34988	17,26	0,38	2,255	12,91	15,34	3
9	1,49439	16,48	0,44	2,726	13,44	18,25	6
10	1,05064	12,93	0,64	2,947	9,26	14,04	13
11*	0,71784	16,45	0,56	3,160	15,79	25,27	8
12	0,54103	13,92	0,67	2,785	12,92	23,63	14
13	0,54094	16,45	0,48	3,123	11,32	12,96	8
14*	0,53104	14,18	0,62	3,180	13,78	25,89	11
15	0,52599	12,41	0,43	4,011	8,63	13,26	7
17*	0,38157	15,42	0,48	3,556	11,98	16,53	8
18	0,36043	13,99	0,57	3,539	8,72	10,64	14
16*	0,35664	12,29	0,76	2,912	9,59	16,67	10
19*	0,26882	15,23	0,40	4,060	10,65	13,40	6
20	0,19898	10,21	0,81	3,789	7,58	15,09	14
21	0,08289	10,76	0,86	2,087	7,52	13,42	15
22	0,07569	8,65	0,92	3,387	6,54	15,65	8
23	0,07002	10,1	0,58	5,893	6,78	15,54	5
24	0,04702	11,37	0,77	3,334	10,53	23,54	10
29	0,03140	7,62	1,31	6,189	8,01	30,32	18
25	0,03002	8,72	1,13	3,040	7,15	18,45	16
26	0,01892	7,55	0,95	3,298	5,57	14,91	9
27	0,01865	5,26	1,51	3,266	3,10	9,54	12
27	0,01334	8,32	0,87	2,583	8,94	31,62	13
30	0,01107	8,48	1,05	2,616	8,89	30,11	12
31	0,01071	7,88	„	3,064	8,36	30,91	12

*Hütchen auf See benutzt.

29 nur durch ihr kleines p den Rosen 26 und 28 nahe gleichwerthig bezw. überlegen. — Der Vortheil der grösseren t zeigt sich bei 2 und 3, 7 und 9, 8 und 10, 10 und 11, 13 und 15, 13 und 17, auch 15 und 17, sonst würde W_{17} noch bedeutend kleiner sein als W_{15}; letzteres gilt auch von 17 bis 19 gegen 16, 19 ist nur durch grösseres t den 20 bis 22 überlegen.

Dass der Werth jeder Kompassrose zunimmt, wenn sie in kleineren Bögen schwingt, ist an sich selbstverständlich, die zweite Tabelle zeigt es in Zahlen, besonders durch die Reihe unter W_a/W. Der nebensächliche, scheinbar schädliche Einfluss eines grossen M/p, erklärt sich sehr einfach durch die Verbindung von Magnetismus und Stahl, da Stahl ein grosses spezifisches Gewicht hat, folglich eine Rose mit grossem M auch ein grosses p haben muss; wäre letzteres bis zu gewissem Grade vermieden, so müsste zur Erreichung eines bestimmten t doch für ein verhältnissmässig grosses K gesorgt werden; das giebt der Rose verhältnissmässig grosse Schwingungskraft (eigne Schwungkraft), sodass das geringste Uebermaass in M wie in jeder anderen Eigenschaft bezw. Kraft der Rose, ihren Gebrauchswerth auf See verringern muss.

Das geringe W der sogenannten Normalrosen entspricht durchaus der Erfahrung; ihr grosses p stumpfte sehr rasch die Pinnen ab, zerkratzte und bohrte Löcher in den Stein, ihr kleines t verbunden mit ihrer grossen Schwingungskraft (eignen Schwungkraft) machte sie bei Seegang rasch unruhig, selbst „wild“. Die Gründe, aus denen die nach Perfall's Grundzügen gebauten Rosen hinter denen nach Sir Wm. Thomson's gebauten zurückstehen müssen, sind schon oben dargelegt, die betreffenden Zahlen der W und W_a Spalten, geben den Beweis in Zahlen. Beim Vergleich der neueren Rosen von Plath von D = 25 *cm* und mehr, mit denen von White bezw. Harry, sieht man sehr deutlich den Vortheil des Vermeidens von unnöthigem Randgewicht, folglich auch von M und p im Allgemeinen.

Ein Vergleich der s_a und W_a Spalten zeigt, dass der Mechaniker nicht allein jedes zehntel Gramm an Gewicht sparen, sondern gleicherweise dafür sorgen sollte, dass s nicht ausserhalb des Rosenrandes zu liegen kommt; genau genommen, soll das Gewicht der Kompassrose nicht grösser sein, als zur Zentrirung (auch bei Erschütterungen des Schiffes) nothwendig ist.

Es erübrigt noch, zu untersuchen, wie die sogenannte Patentrose von Plath sich verhält, wenn die Magnete von der Mitte nach dem Rande hin verschoben werden und wie dieselbe Rose sich bei Verstärkung des Magnetismus verhält. Diese Versuche lagen aus Rücksicht auf den täglichen Gebrauch nahe, weil Rheder Anstand nehmen konnten, mehrere Reserverosen zu beschaffen, für diejenigen Schiffe, auf denen mehrere Kompasse an verschiedenen Stellen aufgestellt werden, deren Rosen dem Aufstellungsort entsprechend verschiedene Schwingungsdauer haben sollten; es war also zu entscheiden, ob eine Rose mit verstellbaren Magnetstäben als Nothbehelf zulässig sei, und was man damit erreichen könne.

Für die Kgl. Navigationsschule in Altona war eine solche Rose angefertigt, die mit zwei oder mit vier verstellbaren Magnetstäben benutzt werden konnte; (No. 4 bezw. No. 10 der vorstehenden Tabellen), das Gewicht des Gerippes ohne Magnete mit Trägern ist 5,15 *g.*, die ersten vier Magnete mit Trägern wiegen 2,4 *g*, der zweite Satz 1,95 *g*. Folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse; E ist die Entfernung der Mitte jedes Magnetstabes vom Mittelpunkt der Rose.

2 Magnete $p = 6,35$. $M = 56,897$ $\frac{M}{p} = 8,96012$.

Von 10° an 3 Bögen.					Von 6° an 3 Bögen.					
E	t	u	W	Schwingungen bis zur Ruhe.	t_a	u_a	W_a	$\frac{W_a}{W}$	s_a	Schwingungen bis zur Ruhe.
1,15	16,48	0,78	1,34583	9	15,88	0,43	4,18665	3,111	9,08	6
4,5	17,02	0,75	1,50638	9	16,29	0.41	4,75349	3,156	9,31	7
6,5	17,83	0,75	1,55415	10	17.56	0,44	4,48928	2,889	10,04	8
9,0	19,00	0,72	1.80595	11	18.79	0,39	6,09062	3,373	10,74	8
4 Magnete $p = 7,55$. $M = 105,995$ $\frac{M}{p} = 14,0391$										
3,5	13,07	1.11	0,356452	15	12,93	0,64	1,05064	2.947	9,26	13
7,6	15.25	0,99	0,522843	15	15,08	0,56	1,57976	3,021	10,79	12
Andre 4 Magnete $p = 7,1$. $M = 84,257$ $\frac{M}{p} = 11,8672$										
3,3	15,02	0,91	0,692522	10	14.54	0,54	1,93616	2,796	9,56	8
[1]) 6,35	16,39	0,88	0,811133	9	16,17	0,49	2.64809	3,265	10,64	7
7,59	17,03	0,85	0,905202	10	16,85	0,48	2,63873	2,915	11,74	8

Es zeigt sich, dass bei diesem Bau des Rosengerippes — bei dem Bedacht genommen ist, möglichst viel Gewicht in die Nähe des Mittelpunktes zu bringen — eine Verschiebung der Magnete nach dem Rande hin die Schwingungsdauer mehr vergrössert als die Schwingungskraft (eigne Schwungkraft), so dass der Gebrauchswerth der Rose — soweit Erschütterungen des Schiffes in Betracht kommen — nicht vermindert zu werden scheint. — Für eine Rose mit verstellbaren Magneten würden zum Gebrauch auf See stets 4 Magnete nöthig sein. Wollte man also die Schwingungsdauer zwischen 13 und 20 *Sek.* ändern, so müssten auch Magnete verschiedener Grösse zur Verfügung stehen. Hierzu kommt, dass auf Schiffen bezw. an Stellen, auf denen eine Berichtigung örtlicher Ablenkung nothwendig ist, die hierfür nöthigen Mittel auf die Rose mit verstellbaren Magneten anders wirken als auf die Rose, für die sie angebracht sind und deren Magnete näher an ihrer Mitte lagen, weil die gegenseitige Entfernung geändert ist. Dies bedingt also Zeitaufwand und vermehrte Arbeit durch Beobachtungen oder Risiko von Verlängerung des Weges, damit auch Verlust an Zeit und vermehrte Kosten des Betriebes während der Reise, sodass derartige jedenfalls nur geringe Ersparniss nicht anzurathen ist; der Beweis hierfür musste aber erst erbracht werden.

Bei dem Studium der Literatur wurde ich durch das grosse Entgegenkommen der Kommerz- und Stadtbibliothek zu Hamburg, sowie durch die Königlichen Bibliotheken zu Berlin und München unterstützt. Die Versuche, deren Ergebnisse ich hier mitgetheilt habe, sind durch die Güte vieler Seeleute und Inspektoren bezw. Rheder ermöglicht worden; ausserdem hat mir Herr Mechaniker C. Plath auf das Bereitwilligste Kompassrosen geliehen und ist mit seinem Gehilfen v. Beichmann sehr entgegenkommend gewesen. Herr Navigationsschuldirektor Engel in Altona gestattete mir die Benutzung der Räume und Instrumente der Königlichen Navigationsschule; ferner haben mich noch unterstützt Herr Navigationslehrer Kraeft, die Herren Aspiranten Braun, Baumgardt, Dressler und Kaehler. Allen diesen Instituten und Herren erlaube ich mir, hiermit meinen verbindlichsten Dank zu sagen.

Schwingungskraft bezw. eigne Schwungkraft habe ich für den gewöhnlich benutzten kürzeren Ausdruck: Schwungkraft gesetzt, weil mir nicht nur vorher gesagt wurde, sondern sich thatsächlich zeigte, dass letzterer nicht immer richtig aufgefasst wird, selbst da, wo man es erwarten sollte; weil man Schwingung, Schwingungsdauer sagt, ist es nicht unlogisch von Schwingungskraft zu sprechen, während eigne Schwungkraft denjenigen mehr zusagen dürfte, die den gebräuchlichen Ausdruck vorziehen und hier auf die Kraft hingewiesen werden, welche die Rose vermöge ihres Baues äussert. (Berichtigung: S. 259 dieser Abhandlung, Zeile 18 von unten, muss es statt **0,5** *cm* heissen: **0,05** *cm*).

Anm. d. Red. Wenn die Redaktion der vorstehenden Abhandlung die Aufnahme nicht hat versagen wollen, so ist dies erstens mit Rücksicht auf die im Eingange der Abhandlung mitgetheilten interessanten historischen Darlegungen erfolgt, obgleich dieselben mit Bezug auf die Entwicklung der Kompasskonstruktion in Deutschland nicht genau sind; zweitens wurden wir von dem Bestreben geleitet, auch solchen Auseinandersetzungen, welche von den herrschenden Meinungen abweichen, den Weg der Oeffentlichkeit nicht zu entziehen. Die Redaktion glaubt aber ihren Lesern die Erklärung schuldig zu sein, dass sie weder mit der Beurtheilung des Herrn Verfassers über

[1]) Die Beobachtung bei $E = 6{,}35$ (s. Tabelle a. S. 290) war die letzte, daher mögen geringere Winkelgeschwindigkeit und Schwingungen von geringer Abstumpfung der Pinne veranlasst sein.



neuere Kompassrosen, noch mit seinen theoretischen Entwicklungen und Untersuchungen über den Gebrauchswerth derselben einverstanden ist. Was den esteren Punkt betrifft, so verweisen wir zunächst auf die Bemerkungen des Herrn Prof. A. Voller über den gleichen Gegenstand in seinem Berichte über die Hamburger Ausstellung (*diese Zeitschr. 1889, S. 366)*; sodann darf die Thatsache nicht unerwähnt bleiben, dass die Hechelmann'sche Kompassrose, welche nach dem Herrn Verfasser (S. 259) Neigung zur Unruhe haben soll, nach mehreren uns, anlässlich dieser Abhandlung zugegangenen zuverlässigen Zuschriften, auf vielen Post- und Passagierdampfern, einschliesslich der grossen Schnelldampfer der Hamburg-Amerikanischen Packetfahrt-Aktiengesellschaft, die bekanntlich auf ihrer Fahrt den stärksten Erschütterungen ausgesetzt sind, sowie auf verschiedenen anderen grossen Dampfern im Gebrauch ist und dass sie überall als die beste bisher bekannte Kompassrose bezeichnet wird. — Betreffs des zweiten Punktes, Untersuchungen über den Gebrauchswerth der Kompassrosen, möchten wir bezweifeln, dass die vom Herrn Verfasser eingeführte Grösse *Schwingungskraft* (*eigene Schwungkraft*), eine Kraft, „welche die Rose vermöge ihres Baues äussert“, sich Eingang in die Wissenschaft verschaffen wird. Der für diese Kraft gesetzte Ausdruck gleicht dem in der Mechanik für Zentrifugalkraft gebräuchlichen; eine solche Kraft kann aber bei einer um ihre Ruhelage schwingenden Kompassrose nicht in Betracht kommen. Wenn man ferner das Schlussresultat des Herrn Verfassers über den Gebrauchswerth der Kompassrosen anders schreibt, so erhält man:

$$W = \frac{\pi^2 s}{2 u^2 M}.$$

Die Konsequenz hieraus, dass eine Kompassrose um so besser sei, je geringer ihr magnetisches Moment und je grösser ihr Trägheitsradius ist, kommt auch in den mitgetheilten Tabellen zum Ausdruck, während es einleuchtend ist, dass eine Kompassrose vor allen Dingen ausreichendes magnetisches Moment und dabei als Widerstand gegen mechanische Kräfte, wie Erschütterungen, welche eine Ablenkung aus der Richtung des magnetischen Meridians verursachen können, ein im Verhältniss zum Gewicht möglichst grosses Trägheitsmoment besitzen muss, um die Richtung des magnetischen Meridians stets richtig angeben und dieselbe beibehalten zu können.

Nachtrag zu der Abhandlung über die Korrektion der Thermometerablesungen für den herausragenden Faden.

Von
Dr. E. Rimbach in Berlin.

In meiner im Maihefte dieses Jahrgangs veröffentlichten Arbeit findet sich S. 156 beiläufig eine Tabelle über die Nullpunktslagen der von mir benutzten Thermometer, zu welcher ich mir eine nachträgliche berichtigende Bemerkung erlauben möchte. Es kann nämlich auffallen, dass bei einer Anzahl dieser Instrumente der Unterschied zwischen den Zahlen für E_0 und E_{100} sehr erheblich grösser ist, als er sonst bei Instrumenten aus Jenaer und Weber-Friedrichs-Glas gefunden wird. Die Erklärung hierfür ist folgende: Die in Frage kommenden Thermometer (I, III bis VII, IX, X) waren neu angefertigt und wurden sehr bald nach der Herstellung für die einschlägigen, im Sommer 1889 ausgeführten Versuchsreihen in Gebrauch genommen. Für die Berechnung der nothwendigen Eispunktskorrektionen kamen lediglich E_{100} und E_{275} bezw. E_{225} in Betracht; diese wurden zu Anfang der Versuche unmittelbar nach einander bestimmt, in Bezug auf ihre Lage im Verlaufe und zu Ende der Versuche kontrolirt und stets nahezu konstant bleibend gefunden; E_0 hingegen, welcher Punkt für die Zwecke der Arbeit ohne Belang war, wurde nur einmal, nach Beendigung aller Versuchsreihen, bestimmt und den Zahlen der Tabelle lediglich zum Vergleich und zur Illustrirung der Bewegung des Eispunktes hinzugefügt. Dieses Verhältniss ist nun an der fraglichen Stelle nicht korrekt zum Ausdruck gelangt; der auf die in Rede stehende Tabelle

folgende Satz muss vielmehr lauten: „Die Differenz zwischen dem E_{100} und dem nach Beendigung der Versuche bei längerer Ruhe sich einstellenden E_0 betrug bei den höhergehenden Thermometern im Mittel 0,43°, beim Erhitzen der Thermometer von 100° auf 275° bezw. 225° erfolgte ein Anstieg, der u. s. w.“ — Wie man sieht, ist die Differenz der Tabelle ($E_0 - E_{100}$) bei den älteren (S. 155), längere Zeit vorher benutzten Instrumenten (II, VIII) nicht grösser als die als thermische Nachwirkung für diesen Erhitzungsgrad gewöhnlich beobachtete. Bei den neuen Thermometern setzt sie sich zusammen aus dieser und einem Anstieg, der jedenfalls darin seinen Grund hatte, dass das von der Anfertigung der Instrumente noch abnorm ausgedehnte Quecksilbergefäss in Folge der hieran sich anschliessenden ständigen langen und hohen Erhitzungen seinen Umfang behielt und erst später in der Ruhe auf eine geringere Grösse zurückging. — Die durch Erhitzen auf 100° hervorgebrachte Erniedrigung des Nullpunktes gegenüber dem unmittelbar vorher bestimmten E_0 fand ich in neuerdings vorgenommenen Eispunktsbestimmungen bei obigen Instrumenten nie höher als 0,05°; ebenso verhielten sich bei gleichen Versuchen eine Reihe ganz neu hergestellter Thermometer. — Schliesslich möchte ich nochmals hervorheben, dass die eben besprochenen Verhältnisse auf die den Endzweck der ganzen Arbeit bildende Feststellung der Korrektionstabellen ohne irgend welchen Einfluss waren.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Zweiter deutscher Mechanikertag.

Zur Vorbereitung für den in der Zeit vom 12. bis 14. September d. J. in Bremen stattfindenden zweiten deutschen Mechanikertag hat sich unter Vorsitz des Herrn J. F. Wessels in Bremen ein Ortsausschuss gebildet. Derselbe hielt am 11. Juli unter Mitwirkung eines Vorstandsmitgliedes des Mechanikertages, des Herrn Dr. H. Krüss-Hamburg, seine erste Sitzung ab, in welcher die vorbereitenden Schritte berathen wurden. Die Einladungen werden Mitte August an die deutschen Mechaniker und Optiker, sowie an Freunde der mechanischen Kunst versandt werden.

Die Abtheilung für Instrumentenkunde auf der diesjährigen Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte.

Die Berathungen der Abtheilung für Instrumentenkunde auf der diesjährigen Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte werden diesmal der Anlehnung an eine Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente und Apparate entbehren. Von dem Gedanken ausgehend, dass einerseits die während der Naturforscher-Versammlungen zu veranstaltenden Ausstellungen im Wesentlichen nur neue Instrumente zeigen sollten, dass aber andererseits hierzu eine jährliche Wiederkehr derselben zu häufig sei, hat man diesmal von der Veranstaltung einer solchen Ausstellung abgesehen. Dagegen wird es sehr erwünscht sein, wenn in den Sitzungen der Abtheilung neue Instrumente und Apparate vorgeführt werden; der Abtheilung ist zu diesem Zwecke ein für Demonstrationen sehr geeigneter Raum, die Kunsthalle, zugewiesen worden. Der Vorstand der Abtheilung ersucht, um Anordnungen über Vertheilung des Stoffes und etwaige gemeinschaftliche Sitzungen mit anderen Abtheilungen schon jetzt treffen zu können, um baldgefällige Anmeldung über beabsichtigte Vorträge und Demonstrationen und bittet, dieselben entweder an den einführenden Vorsitzenden, Realschuldirektor Debbe in Bremen, Pelzerstrasse 9, oder an einen der Schriftführer, Dr. A. Westphal in Berlin W., Joachimsthalerstrasse 35 und Dr. Schauder in Bremen, am Wall 45, richten zu wollen.



Referate.

Vergleichung der optischen Leistungen kleiner und grosser astronomischer Instrumente.

Von Ch. André, Lyon 1889. *8°. 57 Seiten.*

Angesichts des Wettstreits aller Kulturvölker, ihre Observatorien mit grösseren und immer grösseren Fernrohren auszurüsten, hält Verf. die Frage für wichtig, ob Sternwarten, die solcher Rieseninstrumente entbehren, bei dem gegenwärtigen Stande der astronomischen Forschung als der Mittel zu erfolgreicher Thätigkeit beraubt anzusehen sind. Dabei lässt Verf. alle anderen Umstände, die sonst in die Diskussion über diese Frage hineingezogen worden sind, wie die Möglichkeit oder Unmöglichkeit, Objektive über eine gewisse Grösse hinaus überhaupt optisch vollkommen herzustellen, die durch Klima und Atmosphäre gezogenen Schranken ihrer Benutzbarkeit, die Konstanz der geometrischen Verhältnisse und die auf ihr beruhende Genauigkeit von Messungen u. A. m. gänzlich ausser Betracht. Er nimmt die Instrumente beider Art, die grossen wie die kleineren, als ideal vollkommen an und vergleicht nur ihre optischen Leistungen nach der durch die Erfahrung gestützten und geleiteten Diffraktionstheorie.

Gemäss dieser ist das Bild eines unendlich entfernten Punktes (Sterns) bekanntlich nicht ein Punkt, sondern eine von Ringen umgebene Lichtscheibe. Da die Intensität der Ringe sehr schnell mit ihrer Ordnungszahl abnimmt (bezw. 0,017, 0,004, 0,002. 0,001 u. s. w. derjenigen in der Scheibchenmitte), so kann die Betrachtung auf das zentrale Scheibchen und allenfalls den ersten dasselbe umgebenden Ring beschränkt werden. Die Intensität in diesen kann geometrisch durch einen kegelartigen Rotationskörper dargestellt werden, dessen Abszissen der angularen Ausdehnung, dessen Ordinaten der Intensität der Beugungserscheinung proportional sind. Die erstere hängt ausschliesslich von der Oeffnung des Objektivs ab, sie ist umgekehrt proportional dem Durchmesser D desselben; letztere sind einerseits ebenfalls von D abhängig und zwar der vierten Potenz von D direkt proportional, andererseis der spezifischen Intensität des betrachteten Sterns ebenfalls proportional. In optischer Beziehung wird das Fernrohr vollständig durch seinen „Diffraktionskörper“ repräsentirt. Eine Auflösung, d. h. sichtbare Trennung von Doppelsternen wird nun offenbar nur dann vorhanden sein, wenn deren Winkeldistanz grösser ist als die halbe Basis ihrer Diffraktionskörper, denn nur dann treten die Spitzen der Kegel noch merklich hervor und ist zwischen den Kegelscheiteln noch eine Zone merklich geringerer Intensität vorhanden. Hiernach kommt Alles darauf an, dass die Basis des Diffraktionskörpers möglichst klein gemacht werde. Dies geschieht, wie oben bemerkt, durch Vergrösserung der Objektivöffnung. Nach der Ansicht der Meisten ist es nur auf diesem Wege möglich. Diese Ansicht ist aber, wie der Verf. theoretisch und experimentell beweist, eine irrige.

Er zeigt zunächst, dass praktisch die Wirkung einer vergrösserten Objektivöffnung von selbst etwas hinter der einfachen Proportionalität zurückbleibe. Denn da die Lichtempfindlichkeit des Auges eine beschränkte ist, so ist es nicht das ganze Lichtscheibchen bis zur Intensität 0, welches wahrgenommen wird, sondern nur derjenige Theil desselben, der bis zu einer gewissen Minimalintensität ε reicht. Hebt man aber von dem Diffraktionskörper von unten her eine Schicht von der Höhe ε ab, so verringert man die Basis des restirenden Kegels mehr, wenn derselbe ein stumpfer (wie im Falle der kleineren Oeffnung), als wenn es ein spitzer (wie bei Betrachtung desselben Sterns durch eine grosse Oeffnung) ist. Die sichtbare Grösse der Scheibchen nimmt also langsamer ab, als der Durchmesser des Objektivs wächst. [Diesen Defekt würde man wohl durch Anwendung von Rauchgläsern hinter dem Okular wieder kompensiren können. D. Ref.].

Man kann sich aber weiterhin die Frage stellen und dies hat vor André schon einmal Lord Rayleigh[1]) gethan: Kann man nicht den Diffraktionskörper einer ge-

[1]) *Phil. Mag. Okt. 1879.*

gebenen Oeffnung günstig modifiziren, indem man solche Theile der Oeffnung, die neben der Erhöhung der Intensität nur eine Verbreiterung des Scheibchens bewirken, ausschliesst, abblendet; und dies ist, wie schon Herschel praktisch gefunden hatte, in der That möglich. Man kann durch geeignete, vor der Oeffnung des Objektivs angebrachte Schirme den Durchmesser des zentralen Scheibchens auf weniger als die Hälfte seiner normalen Grösse reduziren — also denselben Effekt hervorbringen, wie mit einem Objektiv von doppeltem Durchmesser. Die Gestalt dieser Schirme — zentrale Blenden, ringförmige Ausschnitte oder Gitter — wird durch die Diffraktionstheorie an die Hand gegeben. Mit der Verringerung der Breite des zentralen Beugungsscheibchens ist zwar stets auch eine Verringerung seiner mittleren wie auch der maximalen Intensität verbunden und eine Erhöhung der Intensität eines der umgebenden Ringe; doch wirken diese Umstände meist nicht ungünstig auf den schliesslichen Effekt ein.

Die Anwendung solcher Schirme oder Gitter wird vom Verf. auch als ein Mittel empfohlen, um die Genauigkeit von Meridianbeobachtungen — wie er angiebt — bis auf das dreifache zu erhöhen, indem man sie benützt, um die mit einander kombinirten Sterne auf gleiche Helligkeit zu bringen. In dem Umstande, dass das Aussehen der von Kometen bedeckten Sterne ganz analog dem der durch ein Gitter betrachteten ist, findet André eine Bestätigung der Schiaparelli'schen Hypothese über die Konstitution der Kometenschweife. Einen gleichartigen Schluss würde man nach der Meinung des Verf. aus Bedeckungen genügend heller Sterne durch den Saturnsring auf dessen Konstitution ziehen können.

Im zweiten Theil seiner Arbeit wendet der Verf. ähnliche Betrachtungen auf die Bilder der Sonne und Planeten an. *Cz.*

Ueber Assmann's neue Methode zur Bestimmung der wahren Lufttemperatur.
Von H. Wild. *Repertorium für Meteorologie. XII. No. 11.*

Die in Rede stehende Methode wurde von Dr. Assmann in den *Sitzungsberichten der Preuss. Akademie der Wissensch. zu Berlin 1887. XLVI*, und im *Wetter Dez. 1887* und *Jan. 1888*, veröffentlicht. In dieser Zeitschrift ist von derselben bisher wohl nur in einem ganz kurzen Berichte über eine Sitzung des Berliner Meteorologischen Zweigvereins die Rede gewesen (vergl. *1888. S. 38*).

Das Prinzip ist ein sehr einfaches: Das betreffende kleine Thermometergefäss steckt in einem etwa 1 *cm* weiten Metallzylinder von polirter Oberfläche, aus welchem oben die Luft andauernd ausgesaugt wird, so dass das Thermometer mit immer neuen Luftmassen in Berührung kommt. Der Erfinder erhebt den Anspruch, dass in Folge dessen das Thermometer auch in vollem Sonnenschein die wirkliche Lufttemperatur angiebt.

Dem ersten von fremder Seite kommenden Urtheile über die neue Methode begegnen wir in der hier vorliegenden Abhandlung von Herrn Prof. Wild. Dieses Urtheil ist ein recht absprechendes. Verschiedene ungünstige Umstände scheinen zusammengewirkt zu haben, um dasselbe herbeizuführen. Man hatte sich bemüht, dem Instrumente eine neue praktischere Form zu geben, wobei aber anscheinend kleine prinzipielle Vorzüge der ersten Form geopfert waren. Ferner dürfte der dem Instrumente beigegebene Saugbalg sehr bald in eine unzureichende Verfassung gerathen sein. Denn bei Benutzung der Aspirationsmethode ist wohl zu beachten, dass bei dem Versagen des Luftstromes der Fehler des Thermometers viel grösser wird als derjenige eines nackten, der Sonne ausgesetzten Thermometers. (Es dürfte deshalb ganz nützlich sein, stets auch noch den Stand eines nackten Quecksilberthermometers zu notiren). Ueberhaupt hatte die Aspiration mit Hilfe eines kleinen Saugbalges unter gewissen Mängeln zu leiden; sie war diskontinuirlich, und ausserdem gelang es nicht, das Zurücktreten von Luft aus dem Saugbalg nach dem Thermometer ganz zu vermeiden. Auch Herr Wild hatte diese Mängel erkannt, denn er schliesst seinen Artikel mit folgenden Worten: „Gewiss werden

Modifikationen in der Konstruktion des Assmann'schen Instrumentes, und insbesondere die Verwendung einer stärkeren und kontinuirlichen Aspiration — nicht einer stossweisen, wie beim jetzigen Saugbalg — etwas bessere Resultate liefern können; die wahre Lufttemperatur im vollen Sonnenschein dürfte man aber auch damit nicht erhalten, da das Prinzip der Methode des Herrn Assmann der Erfahrung widerspricht."

Die Begründung dieses letzten Ausspruches ist vorher gegeben, ungefähr in folgender Weise: „Polirte Metalle absorbiren allerdings sehr wenig Wärmestrahlen und sind atherman, aber sie besitzen zugleich eine sehr kleine spezifische Wärme, so dass auch geringe zugeführte Wärmemengen ihre Temperatur rasch erhöhen. Andererseits besitzt die Luft eine geringe Wärmekapazität, so dass sie sich nur langsam mit den in sie eingetauchten Körpern anderer Temperatur in's thermische Gleichgewicht setzt. Hierdurch erklärt sich wohl die erfahrungsmässige Thatsache, dass nur eine kräftige Ventilation von mindestens 2 *m* in der Sekunde im Stande ist, schwächere Strahlungseffekte bei Thermometern und Metallbeschirmungen derselben aufzuheben, dass aber auch die stärkste Ventilation nicht genügt, um eine sehr erhebliche Erwärmung derselben durch Sonnenstrahlung über die Temperatur der umgebenden Luft zu vermeiden."

Dem gegenüber hält nun aber Assmann in einer dritten Veröffentlichung (*Zeitschr. für Luftschifffahrt [1890]. 9. Heft 1.* u. *11*) daran fest, dass durch die neueste, daselbst abgebildete Form seines Aspirationspsychrometers das angestrebte, höchst wichtige Ziel der Bestimmung der wahren Lufttemperatur vollkommen erreicht sei. Wir werden hierauf später noch näher eingehen. *Sp.*

Eine Abänderung des Anemographen von Dr. Draper.

Von B. Vergara. *Memorias de la Sociedad cientifica* „Antonio Alzate" in Mexiko. *T. III. Julio de 1889.*

Bei der Draper'schen Einrichtung zur Registrirung der Stärke des Windes wird eine Trommel an axialer Kette durch den Wind zur Seite gedrückt und hierdurch eine mit der Kette verbundene Schreibfeder gehoben. (Vergl. *diese Zeitschrift 1886. S. 142*). Verf. erörtert, dass dieses Verfahren an mehreren Mängeln leide, u. A. verringere sich die Empfindlichkeit des Apparates mit zunehmender Windstärke. Verf. ersetzt deshalb die Trommel durch eine Druckplatte, welche mittels einer Windfahne senkrecht zur jeweiligen Windströmung gestellt wird; da die Platte bei ihrer horizontalen Bewegung eine hinter ihr angebrachte Spiralfeder zusammendrückt, so ist innerhalb gewisser Grenzen ihre Bewegung dem vom Winde ausgeübten Drucke proportional.

Im Ganzen handelt es sich hier also um den bekannten Osler'schen Apparat; doch ist zu bemerken, dass bei diesem absichtlich (durch allmäliges Eintreten mehrerer Federn) die Empfindlichkeit für grössere Windstärken verringert wird, um bei schwächeren Winden mehr Einzelheiten der Zeichnung zu erzielen. *Sp.*

Die internationale Organisation des Maass- und Gewichtswesens und die neuen Prototype.

Mitth. d. K. Normal-Aichungs-Kommission 1890. Nr. 11. S. 139.

An obiger Stelle giebt die Kaiserliche Normal-Aichungs-Kommission Mittheilungen über die internationale Organisation des Maass- und Gewichtswesens und die neuen Prototype. Ueber den ersteren Gegenstand ist bereits in dieser Zeitschrift (*1889. S. 492*) nach einem Vortrage des Herrn Geh. Rath Prof. Dr. Förster berichtet worden, so dass wir uns auf einige Nachrichten über die neuen Prototype beschränken können.

Durch die im September 1889 in Paris zusammengetretene Generalkonferenz des internationalen Maass- und Gewichts-Komite ist das unter der Oberleitung des letzteren durch das internationale Maass- und Gewichtsbureau in Sèvres hergestellte Prototyp des Meters (M) als internationale Längeneinheit sanktionirt. Darnach wird künftig das Meter durch den Abstand dargestellt, welcher bei der Temperatur des schmelzenden Eises

zwischen den Mitten der Endstriche eines Stabes stattfindet, dessen Querschnitt durch nebenstehende Figur in natürlicher Grösse veranschaulicht wird. Das Material ist eine sehr reine Legirung aus 90% Platin und 10% Iridium, welche an Festigkeit dem Stahl fast gleichkommt. Die das Meter begrenzenden Striche, neben welchen beiderseits in Abständen von etwa 0,5 *mm* je 1 Hilfsstrich aufgetragen ist, befinden sich in der neutralen, d. h. der durch die Schwerpunkte der Querschnitte parallel zur Fussebene laufenden Ebene dieses Stabes, die in der Figur durch die Linie *ab* angedeutet ist.

a b

Durch die gewählte Querschnittsform ist der Stab, zumal bei der Festigkeit des Materials, nach allen Richtungen in hohem Grade gegen Durchbiegungen geschützt. Ausserdem liefert dieser Querschnitt eine grosse Oberfläche im Verhältniss zum Raumgehalt, was den Ausgleich der Temperatur des Maasses mit derjenigen seiner Umgebung fördert. Vor Allem aber wird durch die Verlegung der Striche in die neutrale — verzerrungsfreie — Schicht der Abstand der Endstriche von einander bis auf völlig verschwindende Grössen unabhängig von den Wirkungen der noch möglichen geringen Durchbiegungen.

In gleicher Form und vom gleichen Material sind als nationale Prototype Kopien des internationalen Meters hergestellt und mit letzterem in Temperaturen zwischen 0 und 40° sehr genau verglichen. Jede dieser Kopien erhält vom internationalen Komite ein Zertifikat, welches die Gleichung des Stabes (Länge und thermisches Verhalten) innerhalb eines wahrscheinlichen Fehlers von 0,1 bis 0,2 μ ($1\ \mu = 0{,}001\ mm$) giebt. Bei der in der Generalkonferenz des internationalen Maass- und Gewichts-Komites ausgeführten Vertheilung der Kopien nach dem Loose kam Deutschland in den Besitz des mit Nr. 18 bezeichneten Stabes. Das Zertifikat dieses Stabes giebt Daten über die Art der Herstellung, die Einrichtung und die chemische Zusammensetzung sowie über die Bestimmung des Maasses. Darnach ist der Ausdehnungskoeffizient des Urmaasses Nr. 18 zwischen 0° und $t°$:

$$\alpha = 10^{-9}\,(8591 + 1{,}70\,t),$$

wo t die in Graden des Quecksilberthermometers Tonnelot, aus Hartglas, ausgedrückte Temperatur bezeichnet, oder:

$$\alpha = 10^{-9}\,(8642 + 1{,}00\,T),$$

wo T die Temperatur nach der für den internationalen Maass- und Gewichtsdienst als Normalskale angenommenen Skale des Wasserstoffthermometers ausdrückt.

Bei der Temperatur Null ergab sich als Länge:

$$\text{Urmaass Nr. } 18 = 1\ m - 1{,}0\ \mu \pm 0{,}1\ \mu.$$

Die Gleichung, aus welcher die jeweilige Länge gefunden wird, lautet demnach:

$$\text{Urmaass Nr. } 18 = 1\ m - 1{,}0\ \mu + (8{,}642\ T + 0{,}001\ T^2)\ \mu \pm 0{,}2\ \mu.$$

Als Prototyp der Masseneinheit hat bisher das Kilogramm der französischen Archive, ein Platinzylinder von einer dem Durchmesser gleichen Höhe gedient. Nunmehr bildet ein ganz ebenso geformter Zylinder aus Platin-Iridium derselben Legirung, aus welcher das neue Meter-Prototyp hergestellt ist, das internationale Prototyp des Kilogramm (𝔎). Auch hiervon hat man eine Anzahl von Kopien als nationale Prototype hergestellt und diese sind mit dem neuen internationalen Prototyp so genau verglichen, dass nach den darüber vom Komite ausgestellten Zertifikaten das Gewicht einer Kopie, wenn Temperatur, atmosphärischer Druck und andere Nebenumstände gehörige Berücksichtigung finden, jederzeit mit einem wahrscheinlichen Fehler von wenigen Tausendsteln des Milligramm angegeben werden kann.

Das Deutsche Reich erhielt bei der Vertheilung das Urgewicht Nr. 22; das Volumen desselben bei Null Grad wurde zu 46,403 *ml* ($1\ ml = 0{,}001\ l$) ermittelt; die ent-

sprechende Dichte ist 21,5504 und für die Reduktion der Volumenbestimmungen auf Null Grad gilt als kubischer Ausdehnungskoeffizient:

$$k = 10^{-9}\,(25707 + 8{,}6\,t) = 10^{-9}\,(25859 + 6{,}5\,T),$$

wo t bezw. T dieselbe Bedeutung haben, wie in den obigen Gleichungen für α.

Die Masse des Kilogramm wird gegeben durch die Gleichung:

$$\text{Urgewicht Nr. } 22 = 1\,kg + 0{,}053\,mg \pm 0{,}002\,mg.$$

Die Beständigkeit und Sicherheit der Kenntniss der Beziehungen der nationalen Prototype zu den internationalen Prototypen soll vertragsmässig durch erneute Vergleichungen innerhalb geeigneter Zeiträume gewährleistet werden. Ueber diese Frage und die Normirung dieser Zeiträume wird die nächste Konferenz des internationalen Maass- und Gewichts-Komites Beschluss zu fassen haben.

Die Aufbewahrung und Handhabung der neuen deutschen Prototype erfolgt durch die Kaiserliche Normal-Aichungs-Kommission. Da es dem internationalen Maass- und Gewichts-Bureau gelungen ist, die Bestimmung des Metervertrages, wonach die in den neuen Prototypen verkörperten Einheiten mit den bisherigen Einheiten genau identisch sein sollen, derart zu verwirklichen, dass selbst für die feinsten Maassbestimmungen der Wissenschaft und Technik kein Unterschied der neuen Einheiten der Länge und der Maasse von den bisherigen erkennbar ist, so wird die Ersetzung der durch die Maass- und Gewichtsordnung als Grundlagen des deutschen Maass- und Gewichtswesens genannten Verkörperungen der Längen- und Maasseneinheit durch die neuen Prototype ohne bemerkbaren Einfluss selbst auf die feineren, fernerhin von dieser Behörde ausgeführten Maassbestimmungen im Vergleich zu den früheren sein. *P.*

Titrirapparat.

Von V. Hölbling. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* ***28.*** *S. 431. (1889).*

Verf. hat den Knöfler'schen Titrirapparat derart abgeändert, dass die Selbsteinstellung auf den Nullpunkt bewirkt wird. Die Titrirflüssigkeit befindet sich in einer Woulfe'schen Flasche mit zwei Hälsen. Der eine Hals trägt das Stativ mit Klemme zum Halten der Bürette und ist mit einem Stopfen verschlossen, durch den eine Röhre bis an den Boden der Flasche reicht. An diese Röhre ist mittels Schlauch und Quetschhahn eine zweite mehrfach gebogene angeschlossen, deren oberes, nach abwärts umgebogenes Ende gerade so tief in die Bürette eintaucht, dass die über den Nullpunkt hinaus eingefüllte Titrirflüssigkeit in die Flasche zurückgehebert wird. Die Füllung geschieht, indem in die Flasche durch ein den Stopfen des zweiten Halses durchsetzendes Rohr aus einem Kautschukball Luft eingepresst wird. Ausserdem geht durch letzteren Stopfen ein zweites kurzes mit Hahn verschliessbares Rohr, welches die Luft in der Flasche mit der äusseren Luft zu verbinden gestattet. *Wgsch.*

Neu erschienene Bücher.

W. Förster. Sammlung von Vorträgen und Abhandlungen. 3. Folge. M. 4,00.

Schwerer. Etude sur l'emploi du sextant pour les observations de précision. Paris. M. 2,50.

I. Vonderlinn. Lehrbuch des Projektionszeichnens. 3. Theil. 1. Hälfte. Stuttgart. Maier. M. 3,50.

H. Wild. Nadel-Inklinatorium modifizirter Konstruktion. St. Petersburg. (Mém. Acad.) M. 2,30.

Ch. André. Comparaison des effets optiques des petits et grands instruments d'astronomie. Lyon. M. 2,00. (Vgl. das Referat in diesem Heft S. 294).

Shortland. Nautical surveying. London. M. 21,80.



Patentschau.

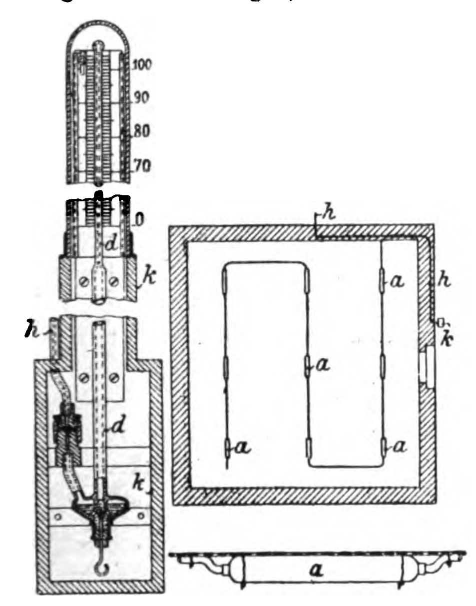
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Entfernungsmesser. Von Edm. Lyons Wellesley Smith in London. Nr. 50670 vom 24. Juli 1890.

Der Entfernungsmesser besteht aus einem senkrechten Rohr, an welchem neben einander zwei Fernrohre, ein festes und ein bewegliches, angebracht sind. Letzteres dient zur unmittelbaren Beobachtung des entfernten Gegenstandes, während durch das feste Fernrohr ein zweimal gespiegeltes Bild dieses Gegenstandes gesehen wird. Die vom Zielpunkt herkommenden Strahlen werden nämlich mittels eines an der Spitze des senkrechten Rohres und eines in diesem selbst in Augenhöhe befindlichen Prismas so abgelenkt, dass sie in der Richtung der Axe des festen Fernrohrs austreten. Ist das bewegliche Fernrohr derart eingestellt, dass das Spiegelbild des Zielpunktes und dieser selbst in den beiden Fernrohren gleichzeitig wahrgenommen wird, so giebt ein eigenthümlich gestaltetes, von dem beweglichen Fernrohr angetriebenes Zeigerwerk die gesuchte Entfernung an.

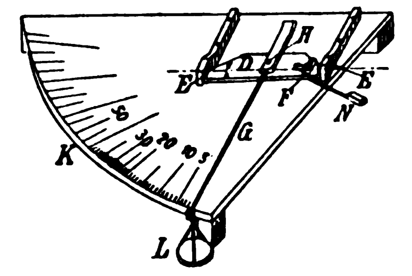
Fernthermometer zur Bestimmung der mittleren Temperatur ausgedehnter Räume oder Körper. Von F. Schwackhöfer in Wien. Nr. 50884 vom 28. Juni 1889.

Die Bestimmung des Temperaturmittels, z. B. der ganzen Hordenfläche einer Malzdarre auf gewisse Entfernungen, wird durch die Anwendung eines Luftthermometers erreicht, dessen Luftbehälter aus einer gewissen Anzahl an der Unterseite der Horde befestigter und durch Bleiröhren unter einander verbundener Metallhohlkörper *a* aus verzinnten Kupferröhren besteht. Die auf solche Art gebildete Batterie der Luftbehälter steht durch ein Bleirohr *h* mit einem Manometer *k* in Verbindung, das nach dem Prinzip der Gefässbarometer konstruirt ist. Die Batterie *a* sammt Röhrenleitung ist mit reiner, vollkommen trockener Luft gefüllt, deren jeweilige Mitteltemperatur durch den Quecksilberstand im Rohre *d* angezeigt wird.



Waage. Von Rob. E. Glover in Granger, Missouri, V. St. A. Nr. 51054 vom 20. August 1889.

In der gezeichneten Nullstellung halten die jenseits der horizontalen Axe *E*, um welche die Platte *D* schwingt, liegenden Theile dem Hebelarm *G*, der leeren Waagschaale *L* und der zur Tarirung dienenden Einrichtung *F N* das Gleichgewicht. Wird der Arm *G* um *H* gedreht, so bekommen jene Theile so viel Uebergewicht, als die Skale *K* an dem Punkt angiebt, auf welchen *G* weist. Die Wägung geschieht in der Weise, dass der Arm *G* auf den in Frage kommenden Theilstrich der Gewichtsskale *K* eingestellt und hierauf die Schale *L* belastet wird, bis *G* die horizontale Lage einnimmt.



Selbthätige Winddruck-Aufziehvorrichtung für Thurmuhren, Eisenbahn-Signal- und Läutewerke, sowie sonstige durch Gewichte betriebene Mechanismen. Von C. Alb. Mayrhofer in Berlin. Nr. 50660 vom 17. März 1889.

Die Welle, auf welcher das zum Aufziehen benutzte Windrad sitzt, ist getheilt und mit einer Kuppelung versehen, durch welche das Windrad ausgeschaltet werden kann, wenn das Treibgewicht der Uhr hoch genug aufgewunden ist. In diesem Falle stösst das Gewicht an einen Hebel und bewegt durch diesen einen Kipphebel, der in Verbindung mit jener Kuppelung steht und dieselbe beim Ueberfallen ausrückt. Sinkt beim Weitergehen der Uhr das Gewicht wieder, so sinkt mit demselben auch der ersterwähnte Hebel. Dadurch wird der Kipphebel in seine Anfangslage zurückgebracht und die Kuppelung wieder eingerückt.

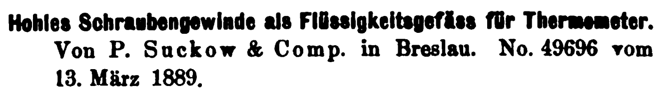
Entfernungsmesser für Schiffe. Von N. H. Borgfeld in Brooklyn und Benj. Lichtenstein in New-York, V. St. A. Nr. 50429 vom 16. Juli 1889.

Der Entfernungsmesser für Schiffe dient dazu, bei nebeligem Wetter den Abstand eines nicht sichtbaren Fahrzeuges zu bestimmen, sowie durch mehrmalige derartige Bestimmungen zu ermitteln, ob die beiden in Frage kommenden Fahrzeuge sich einander nähern oder von einander entfernen. Auf Grund des jeweiligen Ergebnisses sollen dann Maassnahmen getroffen werden, um einen Zusammenstoss der Schiffe zu vermeiden.

Dieser Entfernungsmesser, dessen Gebrauch eine Weisung für die Schiffsführer voraussetzt, auf ein bestimmtes Lautzeichen in bestimmter Weise zu antworten, besteht in einer Uhr, welche beim Geben eines Schallzeichens in Gang gesetzt und bei Ankunft des Gegenzeichens angehalten wird und statt der Zeit Entfernungen unter Zugrundelegung der Schallgeschwindigkeit angiebt. Die Skale ist derart eingerichtet, dass die durch das Zeichengeben verlorene Zeit berücksichtigt wird.

Dichtigkeitsmesser zur Bestimmung der Dichtigkeit faseriger, schwammiger, poröser und pulverförmiger Körper. Von P. Pierrard in Paris. No. 49676 vom 9. März 1889.

Der untere Theil A des Instruments hat einen Rauminhalt von 2 Liter, der obere Theil B desselben ist in Unterabtheilungen von 5 Zentilitern getheilt. Ferner ist an dem Instrument ein engeres Messrohr D mit Zentiliter- und, wenn erforderlich, mit Millilitergraduirung angebracht, dessen unteres Ende mit einem Kolben E abschliesst. Man benutzt den Apparat in folgender Weise: Es sei z. B. eine Probe mit 500 g Wolle zu machen. Man giesst in den Rezipienten 2 Liter Wasser von 15°. Hierauf führt man die Wolle nach dem Boden des Glases zu, wobei Luftblasen aufsteigen. Sobald die Luftentweichung aufgehört hat, liest man ab. Das Wasser ist auf die achte Abtheilung von 5 Zentiliter = 0,40 Liter und einen gewissen Bruchtheil derselben gestiegen. Um diesen Bruchtheil zu messen, benutzt man die Glasröhre D. Zu diesem Zwecke schiebt man den Kolben E so weit hinein, bis dessen untere Kante genau auf der achten Abtheilung von 4 Zentilitern steht, sieht dann nach, wie hoch die Flüssigkeit in der Röhre gestiegen ist, und erhält so als Endresultat 0,43 Liter für 500 g.

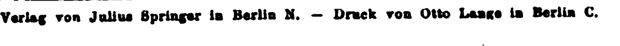


Hohles Schraubengewinde als Flüssigkeitsgefäss für Thermometer. Von P. Suckow & Comp. in Breslau. No. 49696 vom 13. März 1889.

Ein empfindliches Flüssigkeitsgefäss wird durch die bei c mittels schwach konischer Dichtflächen bewirkte Verbindung der Körper B und E gebildet. Die auf die Aussenwände dieser Körper wirkende Temperatur überträgt sich in Folge der grossen Flächen und dünnen Wandungen schnell auf die eingeschlossene weit vertheilte Flüssigkeit, welche dadurch schnell und gleichmässig sich ausdehnt bezw. zusammenzieht und dies in der empirisch getheilten Glasröhre d anzeigt.

Auffrischbares galvanisches Element. Von L. von Orth und H. Mehner in Berlin. Nr. 49613 vom 16. Juni 1888. Kl. 21.

Um nicht gezwungen zu sein, in Zink-Kohle-Elementen das Zink von dem depolarisirenden Körper zu trennen, falls dieser, (z. B. Braunstein) ein Leiter erster Klasse ist, oder (z. B. übermangansaures Kali) das Zink unter Sauerstoffverlust sehr schnell angreift, wird bei diesem Element eine Verbindung von Braunstein und Aetzkalk, sogenannter Weldon-Schlamm, angewendet, welcher gleichzeitig als Erregungs- und als Depolarisationssubstanz dient. Diesem Weldon-Schlamm kann dann der während der Thätigkeit des Elementes entzogene Sauerstoff entweder durch das bei der Chlorkalkbereitung angewendete Regenerirungsverfahren oder durch Rückbildung im Element mittels eines dem Elementenstrom entgegengesetzten Stromes wieder zugeführt werden. Die obengenannte Mischung kann auch durch eine Mischung von unlöslichem wolframsaurem Natron und Aetznatron oder unlöslichem wolframsauren Kali und Aetzkali ersetzt werden.



Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.



Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

X. Jahrgang. **September 1890.** Neuntes Heft.

Der Stand der Arbeiten für Einführung einheitlicher Schraubengewinde in die Feinmechanik.

Von

Direktor **Dr. Loewenherz** in Charlottenburg.

Der erste deutsche Mechanikertag zu Heidelberg hat, wie aus dem Bericht über seine Verhandlungen (*diese Zeitschr. 1889, S. 396 bis 419*) des Näheren hervorgeht, betreffs der Einführung einheitlicher Schraubengewinde die folgenden Beschlüsse gefasst:

1. Der Mechanikertag erkennt die dringende Nothwendigkeit der Einführung bestimmter Normen für die in der Feinmechanik vorkommenden Gewinde an und erachtet es zur Festhaltung dieser Normen für erforderlich, dass Muster der vorzugsweise gebrauchten (üblichen) Gewinde an ein und derselben Stelle abgegeben oder wenigstens auf ihre Richtigkeit geprüft werden. Es ist dahin zu streben, dass die Physikalisch-Technische Reichsanstalt die hierzu erforderlichen Arbeiten übernimmt.

2. Der Mechanikertag erwählt eine Kommission, welche Vorschläge zur Aufstellung der Gewindenormen ausarbeiten und ihm bei seiner nächsten Zusammenkunft vorlegen soll. Diese Vorschläge sind auf alle Gewinde auszudehnen, welche als übliche gelten sollen, und haben sowohl Durchmesser und Steigung (Ganghöhe), als auch die Gangform zu berücksichtigen.

3. Der Mechanikertag empfiehlt der nach 2 zu wählenden Kommission für die Aufstellung der Normen vorläufig die Einhaltung folgender Gesichtspunkte:

a) Bei Befestigungsschrauben, Bewegungsschrauben und Rohrgewinden sollen die Ganghöhen sich ganzzahlig in zehntel Millimetern ausdrücken lassen.

b) Bei Befestigungs- und Bewegungsschrauben sollen die Durchmesser nur nach ganzen, halben oder fünftel Millimetern fortschreiten, und zwar bei gröberen Schrauben nach ganzen, bei den feinsten Schrauben nach fünftel Millimetern.

c) Befestigungsschrauben sollen scharf, d. h. ohne Abrundung oder Abflachung geschnitten sein und einen Kantenwinkel (Gangformwinkel) von $53° 8'$ haben, d. h. die Ganghöhe soll mit der Gangtiefe übereinstimmen.

Ein vierter Beschluss betraf die schleunige Einführung einer vorläufigen Kennzeichnung für Schrauben und beauftragte die nach 2 zu wählende Kommission, in erster Linie über diesen Punkt schlüssig zu werden. Die Wiedergabe des hierfür in Heidelberg aufgestellten Vorschlages kann an dieser Stelle unterbleiben, weil die Voraussetzungen für denselben sich inzwischen geändert haben.

Man ging nämlich damals davon aus, dass es erst nach Jahren gelingen werde, einheitliche Gewinde einzuführen und es daher für die Uebergangszeit von Wichtigkeit sei, eine kurze und allgemein verständliche Kennzeichnung zu schaffen. Inzwischen ist man aber in verhältnissmässig kurzer Zeit zu einem durchgearbeiteten Vorschlage für einheitliche Gewinde wenigstens bei Befestigungsschrauben gelangt und muss hierbei auch ihre endgiltige Kennzeichnung in Betracht ziehen. Es wäre aber bedenklich, neben letzterer etwa noch eine vorläufige Kennzeichnung, wenn auch nur für andere als Befestigungsschrauben, einzuführen.

Der Mechanikertag hat in die Kommission für weitere Bearbeitung der Schraubenfrage die folgenden Herren gewählt: André-Kassel, Bamberg-Friedenau, Fuess-Berlin, Gebbert-Erlangen, Hartmann-Frankfurt a. M., Dr. Homann-Friedenau, Franc von Liechtenstein-Charlottenburg, Dr. Loewenherz-Charlottenburg, Ott-Kempten, Pensky-Berlin, Raabe-Berlin, Reichel-Berlin, Staerke-Berlin, Stollnreuther-München, Stückrath-Berlin, Tesdorpf-Stuttgart, Wanke-Osnabrück und Wanschaff-Berlin. Dazu trat noch Herr Dr. Pernet-Charlottenburg, der auf seinen Wunsch zu den Berathungen zugezogen wurde.

Im Sinne des Beschlusses unter 1 wandte sich zunächst Anfangs dieses Jahres der Vorstand des Mechanikertages an die Physikalisch-Technische Reichsanstalt mit der Bitte, an den Arbeiten für Einführung einheitlicher Schraubengewinde, wie bis dahin, auch in der Folge sich betheiligen und die Leitung derselben sowie die Aufbewahrung der Normale und die Prüfung von Mustergewinden übernehmen zu wollen, welchem Gesuche der Herr Präsident der Reichsanstalt zu willfahren sich bereit erklärt hat. Ebenso hat das Kuratorium der letzteren auf eine Eingabe des Vorstandes sein volles Einverständniss mit dem Entgegenkommen der Reichsanstalt gegenüber den Bestrebungen auf Einführung einheitlicher Schraubengewinde in die Feinmechanik kundgegeben.

Die weiteren Arbeiten in dieser Angelegenheit haben sich nunmehr folgendermaassen gestaltet. Am 19. Januar d. J. trat die Schraubenkommission zu einer Sitzung in Charlottenburg zusammen; zu derselben waren die Herren Fuess, von Liechtenstein, Loewenherz, Dr. Pernet, Raabe, Reichel und Stärke persönlich erschienen, während von den Herren André, Bamberg, Hartmann, Dr. Homann, Pensky, Stollnreuther, Stückrath, Tesdorpf, Wanke und Wanschaff ausführliche Aeusserungen zu den einzelnen Punkten der vorher aufgestellten Tagesordnung eingegangen waren. Die anwesenden Mitglieder der Kommission entschieden sich nach eingehenden Berathungen für scharfe Gänge und für den Gangformwinkel von 53° 8′; ausserdem wurde behufs Erlangung einer sicheren Grundlage für die Maasse der vorzuschlagenden Befestigungsschrauben die Versendung von Fragebogen an die deutschen Mechaniker-Werkstätten beschlossen, um diesen selbst Gelegenheit zu geben, sich über die ihnen am geeignetsten erscheinenden Abmessungen von Schrauben zu äussern. Am 22. und am 30. Mai d. J. hatten die Berliner Mitglieder der Kommission erneute Besprechungen, welche an der Hand zahlreicher, theils von den Herren Bamberg und Reichel, theils von der Werkstatt der Reichsanstalt gefertigten Musterschrauben zu einem bestimmten Vorschlage für die Abmessungen der als üblich anzusehenden Befestigungsschrauben führten. Inzwischen war man bestrebt gewesen, das Interesse weiterer technischer Kreise für die Einführung einheitlicher Gewinde in die Feinmechanik wachzurufen. Nach einem Vortrage, welchen ich am 22. April im elektrotechnischen Verein zu Berlin über die Schraubenfrage gehalten, erklärte



sich letzterer bereit, an den weiteren Arbeiten auf diesem Gebiete thätigen Antheil zu nehmen. Dasselbe geschah seitens der Verwaltung der Reichstelegraphen; auch die Königlich Bayerische sowie die Königlich Württembergische Telegraphenverwaltung drückten ihr Einverständniss mit unseren Bestrebungen aus. Da der Verein deutscher Ingenieure sowie der deutsche Geometerverein ebenfalls ihre Mitarbeiterschaft zusagten und die Kaiserliche Normal-Aichungs-Kommission schon an den Verhandlungen in Heidelberg sich lebhaft betheiligt hatte, so lud ich nunmehr im Auftrage der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und zugleich im Namen der Schraubenkommission die Vertreter der genannten Behörden und Vereine sowie einige der hervorragendsten unter den betheiligten Gewerbtreibenden ein, in Gemeinschaft mit den Mitgliedern der Kommission über alle Einzelheiten der vorliegenden Frage Berathungen zu pflegen. Diese fanden am 2. und 3. Juni unter meinem Vorsitze in Frankfurt a. M. in den Räumen des dortigen technischen Vereins statt und es wohnten denselben die folgenden Herren bei:

1. Als Vertreter von Behörden und Vereinen: der Kaiserliche Telegraphen-Ingenieur Herr Regierungsbaumeister Schräder-Berlin im Auftrage des Reichspostamtes, der technische Hilfsarbeiter bei der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission Herr Pensky-Berlin im Auftrage dieser Behörde, der Grossherzoglich Badische Maschinen-Inspektor Herr Delisle-Karlsruhe im Auftrage des Vereins deutscher Ingenieure, der Patentanwalt Herr Hasslacher-Frankfurt a. M. im Auftrage des technischen Vereins daselbst, der Königliche Professor Herr Dr. Jordan-Hannover im Auftrage des deutschen Geometervereins, der Kaiserliche Postrath Herr Karrass-Frankfurt a. M. im Auftrage des elektrotechnischen Vereins, Herr Dr. Nippoldt-Frankfurt a. M. im Auftrage der elektrotechnischen Gesellschaft daselbst;

2. als Vertreter von betheiligten Gewerbtreibenden: der Schraubenfabrikant Herr Georg Heyne-Offenbach für die Firma Gebr. Heyne daselbst, der Mechaniker-Obermeister Herr Raabe-Berlin für die Firma Siemens & Halske daselbst;

3. als Mitglieder der Schraubenkommission: die Herren André-Kassel, Gebbert-Erlangen, Hartmann-Frankfurt, Reichel-Berlin, Staerke-Berlin, Tesdorpf-Stuttgart, Wanke-Osnabrück;

4. der Assistent bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Herr Blaschke-Charlottenburg als Schriftführer.

In Frankfurt kam man betreffs der Gangform mit überwiegender Mehrheit zu denselben Beschlüssen wie in Charlottenburg am 19. Januar. Ueber beide Versammlungen sind ausführliche Protokolle aufgenommen und allen besonders daran betheiligten Körperschaften und Personen übersandt worden. An dieser Stelle wird es genügen, die in Frankfurt sowie in Charlottenburg vorgebrachten Gründe für und wider die gefassten Beschlüsse auszüglich mitzutheilen.

Die in Frankfurt über die Gangform geführten Erörterungen umfassten auch die in Charlottenburg betreffs dieses Theiles der Frage vorgebrachten Gesichtspunkte. Gegen das scharfe Gewinde traten die Herren Delisle und Gebbert auf. Herr Delisle empfahl die vom Verein deutscher Ingenieure angenommene abgeflachte Gangform; dieselbe stärke den Schraubenkern und sichere ihn gegen Abbrechen. Dies sei zwar nur bei den grösseren Durchmessern von wirklich erheblicher Bedeutung, man solle aber, um Einheitlichkeit zu erzielen, auch bei kleineren Schrauben dieselbe Form wählen, zumal hier die scharfe

Man ging nämlich damals davon au…
einheitliche Gewinde einzuführen und …
keit sei, eine kurze und allgemein v…
zwischen ist man aber in verhältniss…
Vorschlage für einheitliche Gewinde …
und muss hierbei auch ihre endgi…
wäre aber bedenklich, neben let…
nung, wenn auch nur für andere a…

Der Mechanikertag hat in …
Schraubenfrage die folgenden Herren …
Fuess-Berlin, Gebbert-Erlangen, …
Friedenau, Franc von Liechten…
lottenburg, Ott-Kempten, Pens…
Staerke-Berlin, Stollnreuther …
gart, Wanke-Osnabrück und Wan…
Charlottenburg, der auf seinen V…

Im Sinne des Beschlusses …
Jahres der Vorstand des Mechan…
anstalt mit der Bitte, an den V…
gewinde, wie bis dahin, auch in …
selben sowie die Aufbewahrung …
übernehmen zu wollen, welchem …
zu willfahren sich bereit erklä…
auf eine Eingabe des Vorstand…
kommen der Reichsanstalt geg…
licher Schraubengewinde in die …

Die weiteren Arbeiten in …
maassen gestaltet. Am 19. Ja…
Sitzung in Charlottenburg zus…
Liechtenstein, Loewenher…
sönlich erschienen, während …
Dr. Homann, Pensky, Stol…
Wanschaff ausführliche A…
aufgestellten Tagesordnung …
Kommission entschieden sich …
und für den Gangformwinkel …
sicheren Grundlage für die …
die Versendung von Frage…
schlossen, um diesen selbst…
eignetsten erscheinenden A…
am 30. Mai d. J. hatten …
sprechungen, welche an d…
und Reichel, theils von …
schrauben zu einem best…
anzusehenden Befestigungs…
das Interesse weiterer tec…
in der Feinmechanik wach…
im elektrotechnischen Ver…

…ire. In der Praxis würden
…weichen und es sei räthlicher,
…der vorgeschriebenen Abflachung
…Falle zu überlassen. Die Ab-
…durch unschädlich machen, dass
…grösseren inneren und dem Bolzen
…d. nebenstehende Figur). Der Ein-
…für die Befestigung verloren gehen,
…sächlich die Seitenflächen wirken;
…schrauben enthalte er sich jedes
…n keine Erfahrung habe. Der Be-
…gängige Schneidzeuge ebenso dauer-
…after seien, als abgeflachte, wider-
…entgegengesetzte Erfahrung von
…von Amerika erscheine überhaupt
…habe man, gewiss nicht ohne zwin-
…sten des abgeflachten aufgegeben.
…des Vereins deutscher Ingenieure
…heilweiser sei, insbesondere so lange
…sei schliesslich noch sein Bedauern da-
…achten Gängen nicht zur Stelle wären,
…flachte Gewinde entscheiden, wenn man
…a zu vergleichen.

…mit Entschiedenheit gegen das scharfe
…st bestritt er, dass sich bei scharfen
… Sowohl am Gewindebohrer wie am
…denden Zähne an den Spitzen grösser
…ganze Arbeit des Schneidens zu thun
…Schrauben und Muttern solche Schneid-
…ese Abnutzung in gewissem Grade statt-
…die Spitze des Ganges zwar scharf aus-
…zu viel Metall stehen geblieben, was
…andere, oder, wenn diese entsprechend
…Anliegen des Gewindes nur in den Spitzen
…Verhältniss umgekehrt, so dass in Folge
…Schneidzeuge bezüglich der Auswechselbar-
…komme, ja sich sogar vervierfache, da
…Sinne schon bei Anfertigung des Schneid-
…dererseits im ersten Stadium Wirkung ge-
…in der Reichsanstalt ausgeführte Versuch,
…300 Schrauben geschnitten wurden und
…hervortrat, noch nicht maassgebend,
…gewinde mit einem Bohrer geschnitten und
…probirt werden. Würden diese Versuche
…das Resultat mit dem scharfen Gewinde
…seits werden die dem scharfen Gewinde zu-
…weit überschätzt. Der Vorzug, dass bei
…der Gangtiefe gewählt und somit aus dem

äusseren Durchmesser der Kerndurchmesser berechnet werden könne, sehe auf dem Papiere sehr verlockend aus, habe aber für die alltägliche Werkstattspraxis einen untergeordneten Werth, da bei einheitlichem Gewinde diese Berechnungen gar nicht vorzunehmen, sondern sämmtliche Grössen bekannt oder aus Tafeln schnell zu ersehen seien. Man mache für das scharfe Gewinde die leichtere Messbarkeit desselben geltend; das Messen bleibe aber doch immer Sache weniger Leute, deren Mehrarbeit nicht in Betracht komme, um so weniger, als sich diese auf eine verhältnissmässig geringe Anzahl von Bohrern und Schrauben erstrecke. Demgegenüber bestehe der Vorzug der abgeflachten Gewinde für Befestigungsschrauben darin, dass der Kerndurchmesser der Schraube nicht nur um die Abflachung an der Spitze, sondern auch um diejenige am Grunde der Gänge verstärkt werde, während die abgenommenen Spitzen für die Haltbarkeit der Gewindegänge geringen Werth haben; vor Allem aber sei der Auswechselbarkeit und Billigkeit der Schrauben und Muttern damit gedient, indem die abgeflachten Zähne der Schneideisen und Bohrer und damit diese selbst länger brauchbar bleiben. Ferner könne das durch obige Figur veranschaulichte System, für die Abnutzung Spielraum zu lassen, mit dem abgeflachten Gewinde leichter verbunden werden, was wiederum die Auswechselbarkeit erhöhe. Preislisten amerikanischer Werkzeugfabriken sowie kürzlich von Amerika bezogene kleine Werkzeuge, welche selbst an ganz schwachen Schrauben abgeflachtes Gewinde zeigen, scheinen dafür zu sprechen, dass man in Amerika auch bei den kleineren Durchmessern der Befestigungsschrauben immer mehr vom scharfen zum abgeflachten Gewinde übergehe. Wenn man behaupte, dass in Deutschland das scharfgängige Gewinde für Befestigungsschrauben allein üblich sei, so sei dagegen geltend zu machen, dass fast die sämmtlichen dieser als scharf bezeichneten Gewinde, wenn auch wahrscheinlich in Folge von Entartung, stark abgerundet seien.

Diesen Ausführungen wurde von verschiedenen Seiten entgegengetreten:

Herr André wies darauf hin, dass für Bewegungsschrauben die scharfe Form die einzig mögliche sei, die Beziehungen derselben zu den Befestigungsschrauben seien aber so enge, dass eine Trennung unthunlich erscheine. Dazu komme, dass für alle Schrauben, die in dünnen Blechen gehen, die scharfe Form unbedingt nöthig sei, weil sonst der Mutter die Widerstandsfähigkeit genommen werde.

Herr Tesdorpf hob hervor, dass der Kerndurchmesser bei Mechanikerschrauben, weil diese hauptsächlich auf Druckfestigkeit beansprucht werden, keine hervorragende Rolle spiele; im Uebrigen hätten die scharfen Gewinde ihm nie Grund zur Unzufriedenheit gegeben.

Herr Pensky legte entschiedenen Nachdruck auf die leichte und gute Messbarkeit der Gewinde, diese sei Vorbedingung für Erzielung und Bewahrung der Normalität und der Einheitlichkeit. Festsetzungen über Grösse und Form von Abflachung oder Abrundung müssen die Genauigkeit der Bestimmung beeinträchtigen und einer schnellen Entartung der Gewindeform die Wege ebenen. Von beiden sei überhaupt höchstens die Abflachung in Erwägung zu ziehen. Da jedoch die Anforderungen an höchste Festigkeit bei geringstem Materialverbrauch, welche für den Ingenieur in erster Reihe stehen und zur Wahl der Abflachung gedrängt haben, für die Mechanikerschrauben nicht in Betracht kommen, so sei für dieselben das scharfgängige Gewinde bezüglich der Festigkeit genügend, bezüglich genauer Messbarkeit am günstigsten.



Herr Raabe betonte, dass abgeflachte Gewinde in kleineren Abmessungen sich gar nicht genau anfertigen lassen; zudem stelle sich auch bei diesen eine Abnutzung der Schneidzeuge ein, und man habe es thatsächlich mit einem abgeflacht-abgerundeten Gewinde von undefinirbarer Form zu thun. Kein Gewinde passe genau in seine Mutter; aber während das Nichtpassen bei dem abgeflachten Gewinde ein Verdrücken der Gänge herbeiführe, sei dies bei scharfem in Folge der geringen, sich von selbst ergebenden Abrundung nicht zu befürchten. Wenn bestritten werde, dass die meisten Gewinde auch der Elektrotechnik scharfe seien, so sei dem gegenüber hervorzuheben, dass die Firma Siemens & Halske für Befestigungsschrauben ausschliesslich scharfe Gewinde benutze. Auch die Verhältnisse in Amerika seien nicht so einfach, wie man vielfach behaupte; nach Wissen des Redners seien auch dort in der Elektrotechnik scharfe Gewinde im Gebrauch.

Herr Reichel theilte endlich noch mit, dass er abgerundete Gewinde in seiner Werkstatt überkommen und sie in scharfe habe umändern müssen.

Von den Herren Hasslacher und Hartmann wurde darauf vorgeschlagen, von einem gewissen Durchmesser an, etwa von mehr als 10 *mm*, das Gewinde des Vereins deutscher Ingenieure anzunehmen, dagegen diesen zu ersuchen, für Durchmesser unterhalb jener Grenze die hier beschlossenen Schrauben mit scharfen Gängen zu verwenden.

Nachdem aber Herr Delisle erklärt hatte, dass der Verein deutscher Ingenieure so sehr durchdrungen sei von der Zweckmässigkeit abgeflachter Gewinde, dass auf ein Entgegenkommen desselben in dem Sinne des Antrages nicht gerechnet werden könne, wurde mit 14 gegen 3 Stimmen die abgeflachte Gangform abgelehnt und mit 13 gegen 4 Stimmen beschlossen, für Befestigungsschrauben scharfgängiges Gewinde einzuführen, jedoch Normen nur für Durchmesser bis zu 10 *mm* hinauf aufzustellen.

Die Erörterung über den Winkel der Gangform hat im Wesentlichen bereits bei den Berathungen zu Charlottenburg ihre Erledigung gefunden. Dort kam eine schriftliche Aeusserung des Herrn Wanschaff zur Verlesung, welcher sich aus den nachfolgenden drei Gründen gegen den Winkel von 53° 8′ und für denjenigen von 60° erklärte: 1. Eine in Bezug auf die Ganghöhe gut in die Mutter passende Schraube sei mittels der Schneidkluppe leichter mit dem Winkel von 60° als mit dem von 53° 8′ anzufertigen; 2. dabei gehe die Herstellung der Gewinde schneller von Statten, da weniger Metall entfernt zu werden brauche; 3. die Gänge der Muttergewinde in spröden Metallen seien bei der Herstellung der Gefahr des Abbröckelns weniger ausgesetzt und reissen zudem beim Anziehen der Schrauben nicht so leicht aus.

Diesen Einwänden gegenüber betonten die Herren Reichel und von Liechtenstein, dass es durchaus unrichtig sei, Schrauben mit der Kluppe herzustellen, das einzig rationelle Werkzeug hierfür sei das Schneideisen; jedenfalls seien aber die Nachtheile der Kluppe bei dem Winkel von 60° eben so gross wie bei dem Winkel von 53° 8′.

Ferner erklärte Herr Staerke, der Umstand, dass bei Anfertigung einer Schraube mit 60° weniger Metall entfernt zu werden brauche als bei dem Winkel von 53° 8′, sei für die Fabrikation um so mehr ohne Belang, als es sich nur um den fünfzehnten Theil des Materials handele.

Endlich stellte der Berichterstatter fest, dass nach Messungen an zahlreichen, unter Benutzung derselben Winkellehre fabrikmässig hergestellten Schrauben

Abweichungen in der Grösse der Winkel von ihrem Sollwerth bis zu 5° kaum zu vermeiden sind, wenn die Preise der Schrauben in mässigen Grenzen verbleiben sollen; somit habe es für die Praxis überhaupt keine sonderliche Bedeutung, ob man sich für 53° oder für 60° entschliesse; es könne sich nur darum handeln, ob man einen recht spitzen Winkel, etwa von 30 oder 40°, oder einen weniger spitzen, von 50 bis 60°, wähle.

Auch in Frankfurt fanden die Bedenken des Herrn Wanschaff nicht die Zustimmung der Anwesenden, welche sich vielmehr einstimmig für den Winkel von 53° 8′ erklärten, nachdem allerdings Herr Wanke, wie früher schon, der Befürchtung Ausdruck gegeben hatte, dass dieser Winkel in Folge der unvermeidlichen Abnutzung ein zu flaches Gewinde zur Folge haben könnte und deshalb anfänglich für den Winkel von 45° eingetreten war.

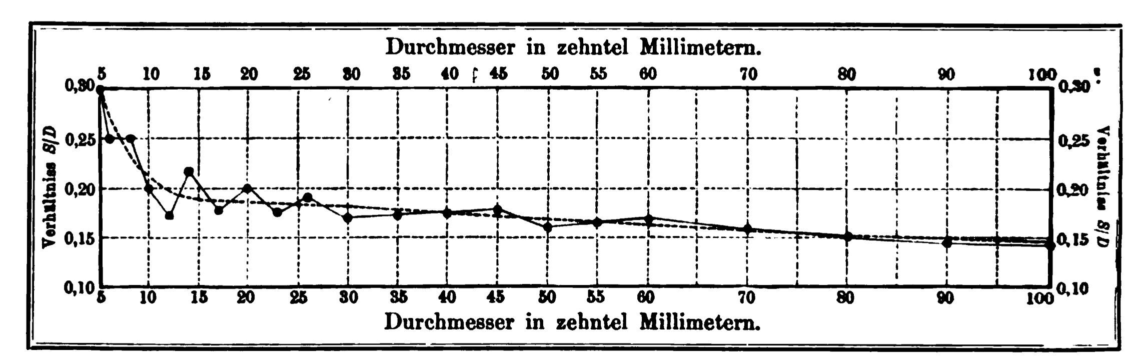
Betreffs der Maasse für Befestigungsschrauben überwog bei den Besprechungen in Charlottenburg die Meinung, dass es sich in vielen Fällen, insbesondere im Hinblick auf die Wünsche der eigentlichen Feinmechaniker, empfehle, ein gröberes und ein feineres Gewinde nebeneinander zu haben, zumal dies auch dem Ergebniss der Erhebungen über die zur Zeit in deutschen Werkstätten gebräuchlichen Befestigungsschrauben zu entsprechen schien. Bei den Vorberathungen der Berliner Kommissionsmitglieder hat man sich deshalb dahin entschieden, jedem Durchmesser von 3 *mm* aufwärts zwei Ganghöhen zuzuordnen. Bei den Verhandlungen in Frankfurt wurden die dahin gehenden Wünsche auch zur Sprache gebracht und insbesondere durch Herrn Raabe vertreten. Demgegenüber machte man aber geltend, dass gerade in der Feinmechanik vielfach sehr feine Gewinde angewandt werden, wo man unbedingt mit gröberen ausreiche; da zudem Alle darin übereinstimmten, dass die Zahl der als Normen aufzustellenden Gewinde so gering wie möglich gewählt werden müsse und dabei eine spätere Erweiterung derselben weniger bedenklich erscheine als die Festsetzung einer unnöthig grossen Zahl, so einigte man sich dahin, jedem Durchmesser nur eine Ganghöhe zuzuordnen. Man kam schliesslich überein, die nachstehend aufgeführte Reihe von Gewinden als übliche Befestigungsschrauben zu empfehlen, wobei die Folge der Durchmesser einem Vorschlag des Herrn Dr. Nippoldt entstammt, während die Ganghöhen durch Verhandlungen von Fall zu Fall mit fast allseitiger Zustimmung festgesetzt wurden.

Durchmesser (D) *mm*	Ganghöhe (S) *mm*	Durchmesser (D) *mm*	Ganghöhe (S) *mm*	Durchmesser (D) *mm*	Ganghöhe (S) *mm*
0,5	0,15	2,0	0,4	5,0	0,8
0,6	0,15	2,3	0,4	5,5	0,9
0,8	0,2	2,6	0,5	6	1,0
1,0	0,2	3,0	0,5	7	1,1
1,2	0,2	3,5	0,6	8	1,2
1,4	0,3	4,0	0,7	9	1,3
1,7	0,3	4,5	0,8	10	1,4

Die kleinen Sprünge in der Folge der Ganghöhen sind nicht zu vermeiden, wenn letztere durch möglichst einfache Zahlen dargestellt werden sollen. Uebrigens zeigt eine von Herrn Pensky entworfene und umstehend wiedergegebene graphische Darstellung der Verhältnisszahlen S/D, dass dieselben sich einer, durch eine Kurve ausdrückbaren Funktion sehr nahe anschliessen. Nicht unerwähnt darf der gegen die Ganghöhen für die Durchmesser von 7 und 9 *mm* er-



hobene Einwand bleiben, dass sie bei den Schrauben des Vereins deutscher Ingenieure nicht vorkommen und diese Abweichung die Einrichtung der Leitspindelbänke komplizire. Die daraus folgenden Nachtheile sind aber gering anzuschlagen gegenüber dem Vortheil des gleichmässigen und guten Verlaufes der Reihe der Ganghöhen gerade für die höheren Durchmesser. Für die Ermittlung der Ganghöhen von Schrauben in der Werkstatt sind schon in Frankfurt seitens der Herren Raabe und Reichel Einrichtungen angegeben worden, für die Ermittlung der Durchmesser hat Herr Hasslacher einen Taster entworfen, während Herr Dr. Nippoldt eine Methode zur möglichst genauen Messung des mittleren Durchmessers ausgearbeitet hat.



In Frankfurt ist man ferner darüber schlüssig geworden, den dort vertretenen Behörden, Vereinen und Betrieben die probeweise Benutzung der als üblich angenommenen Gewinde für den Zeitraum von etwa einem Jahr anzuempfehlen, wobei man sich wohl bewusst war, dass dieser Zeitraum nur genüge, um die Gewinde in der Werkstatt zu prüfen, nicht aber, um auch ihre Dauerhaftigkeit im Gebrauche zu erproben. Die Reichsanstalt hat es übernommen, die Anfertigung von Normalbohrern in die Wege zu leiten, und solche einzelnen Schraubenfabrikanten zuzustellen, so dass voraussichtlich eine hinreichende Anzahl von Schrauben den deutschen Werkstätten bereits im Laufe dieses Jahres zur Benutzung gestellt werden kann. Wenn einerseits der deutsche Mechanikertag, andrerseits die in Frankfurt vertretenen Behörden und Vereine den gefassten Beschlüssen zustimmen, so soll im Herbst des nächsten Jahres eine neue Fachmännerversammlung zusammentreten, um an der Hand der gesammelten Erfahrungen endgiltige Vorschläge zu machen und dabei etwaige Ergänzungen und Weglassungen in der Reihe der Gewinde zu erörtern. Die sämmtlichen Theilnehmer der Frankfurter Versammlung haben versprochen, nach Möglichkeit für die praktische Erprobung der angenommenen Gewinde wirken zu wollen. Auf den Vorschlag des Herrn Wanke wurde auch noch die Anfertigung von Musterkarten beschlossen, worauf die Reichsanstalt fünf Reihen solcher Musterschrauben hergestellt hat, welche sowohl dem Mechanikertage als den anderen in Frankfurt vertretenen Körperschaften vorgelegt werden sollen.

Für die Kennzeichnung der als üblich angenommenen Befestigungsschrauben wurde man dahin schlüssig, auf den Schneidzeugen der einzelnen Gewinde die Werthe ihrer Durchmesser in Millimetern aufzubringen und dabei Brüche durch Komma von den Ganzen zu trennen, etwaige Nullen in den Dezimalstellen aber wegzulassen. Ein Vorschlag, auch die Ganghöhe aufzubringen, fand nicht die Zustimmung der Versammlung, vielmehr meinte man, dass die später für Be-

wegungsschrauben einzuführenden Bohrer von denjenigen für Befestigungsschrauben gerade durch die Verzeichnung auch der Ganghöhen sich leicht unterscheiden lassen werden.

Betreffs der Bewegungsschrauben und Rohrgewinde war man in Frankfurt der Meinung, dass Vorschläge hierfür so lange unterbleiben müssten, als nicht die Arbeiten für Befestigungsschrauben einen gewissen Abschluss erfahren haben.

Die dem deutschen Mechanikertage in der Schraubenfrage zu machenden Vorschläge lassen sich somit folgendermaassen zusammenfassen:

1) Für die in der Feinmechanik gebrauchten Befestigungsschrauben wird ein scharfgängiges Gewinde mit dem Winkel von 53° 8′ eingeführt.

2) Normen werden nur für Durchmesser bis zu 10 *mm* aufgestellt, und zwar sind die auf Seite 307 angegebenen Gewinde als übliche für Befestigungsschrauben anzusehen.

3) Die Kennzeichnung der Gewinde für Befestigungsschrauben geschieht durch Angabe der Werthe ihrer Durchmesser in Millimetern.

4) Es ist dahin zu wirken, dass in möglichst vielen Werkstätte Schrauben mit diesen Gewinden zur probeweisen Benutzung gelangen, so dass im Herbst 1891 praktische Erfahrungen über die Brauchbarkeit derselben vorliegen.

5) Die Schraubenkommission wird beauftragt, betreffs der Bewegungsschrauben und der Rohrgewinde bis zum nächstjährigen Mechanikertage Vorschläge vorzubereiten.

Mittheilungen über einige Beobachtungen an Libellen.

Von

Dr. C. Reinhertz in Bonn.

Gelegentlich der Prüfung einer Anzahl von Libellen im geodätischen Institut der landwirthschaftlichen Akademie Poppelsdorf wurden einige Untersuchungen angestellt, die vielleicht ein allgemeines Interesse haben werden. Es soll daher im Folgenden darüber berichtet werden.

Die Prüfung hatte den Zweck, ein Urtheil über die Leistungsfähigkeit der Libellen, vornehmlich derjenigen der Nivellirinstrumente des Instituts zu gewinnen. Beim Nivelliren werden die Libellen benutzt entweder zur direkten Einrichtung der Absehlinien der Fernrohre in die Horizontale, — unter der Annahme, dass für die Dauer der Visur die Instrumentstellung konstant bleibt, — oder zur Bestimmung der bei genäherter Einstellung noch übrigbleibenden geringen Neigungsdifferenzen gegen die Normalstellung, wobei dann in der Regel die Stellung der Blase vor und nach der Fernrohrvisur abgelesen wird unter der Voraussetzung, dass etwaige Aenderungen der Instrumentstellung proportional der Zeit erfolgen und die Visur der Zeit nach in der Mitte zwischen den Libellenablesungen liegt. Bekanntlich wird bei Nivellements zu rein technischen Zwecken mit Instrumenten von geringerer und mittlerer Empfindlichkeit in der Regel das erstere, bei Präzisionsarbeiten mit Instrumenten grösserer Empfindlichkeit das letztere Verfahren eingeschlagen. Es wurde nun für diese beiden Methoden die Leistungsfähigkeit der Libellen untersucht. Um eine zuverlässige Vergleichung sicher zu stellen, geschah die Untersuchung nicht im Felde, wo unmöglich die verschiedenen Einflüsse in allen Fällen genügend erkannt werden können, sondern im Zimmer auf einem solid aufgestellten Libellenprüfungsapparat. Dadurch wurde eine möglichst grosse



Gleichheit der äusseren Umstände erlangt, nämlich Gleichmässigkeit der Beleuchtung, geringe und regelmässig verlaufende Temperatureinflüsse, gleichmässig stabile Aufstellung, Unabhängigkeit vom Visurfehler der verschiedenen Fernrohre, u. s. w. Die nothwendige Folge dieser Anordnung ist naturgemäss, dass die Resultate nicht ohne Weiteres auf Feldbeobachtungen übertragen werden dürfen, bei denen die erwähnten Umstände wesentlich anderer Natur sind. Die Resultate bringen vielmehr lediglich den reinen Libellenfehler zum Ausdruck.

Der Libellenprüfer.

Zur Untersuchung diente ein Libellenprüfer von Sickler aus Karlsruhe, welcher von M. Wolz in Bonn vervollständigt wurde. Der Apparat, im Prinzip dem von C. Reichel in Berlin angegebenen ähnlich, (vergl. *Loewenherz, die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung, Berlin 1879, S. 62*) besteht aus einem 62 *cm* langen prismatischen Messingstab S (Fig. 1) von 10×18 *mm* Querschnitt. Derselbe trägt an einem Ende die Neigungsschraube M von 0,504 *mm* Ganghöhe, mit einem horizontal liegenden, in 240 Theile getheilten Kreise von 8 *cm* Durchmesser. Der Theilwerth entspricht rund 1 Sekunde Neigung. Die Anzahl der ganzen Umdrehungen kann an einer an dem Messingarm befestigten vertikalen Skale, welche nach Ganghöhen getheilt ist, abgezählt werden, Theile der Umdrehung werden an einem in der Ebene des Kreises liegenden Index mittels einer Lupe abgelesen; es lassen sich 0,1″ bis 0,05″ schätzen. Der Längsarm ist in einem Abstand von etwa 40 *cm* von der Neigungsschraube von einer 50 *cm* langen genau passenden Messinghülse umschlossen, welche senkrecht zur Stabrichtung zwei 9 *cm* lange Arme trägt, an deren Enden sich zwei Stellschrauben befinden. Die Hülse wird durch eine Schraube an dem Längsarm festgeklemmt. Letzterer trägt zwei Paar solide Schieber mit gabelförmigen Stützen zur Aufnahme von Libellen und Fernrohren. Die Schieber können durch Druckschrauben in jeder Stellung festgeklemmt werden. Auf den Querarm ist eine Röhrenlibelle aufgesetzt, um die Kippebene des Längsarmes bei Benutzung der Stellschrauben in der Vertikalebene zu halten und dadurch den Kreuzungsfehler zu vermeiden. Die richtige Stellung des Armes wurde ausserdem mehrfach durch Kippen mittels der Neigungsschraube mit eingelegtem Fernrohr an einer vertikalen Skale geprüft. Die Spitzen der Neigungsschraube und der beiden Stellschrauben ruhen auf einem massiven gusseisernem Untergestell,[1]) welches zur Aufnahme der Spitze der Neigungsschraube eine konische Einbohrung hat, während die Stellschrauben auf der glatt abgeschliffenen Platte aufsitzen und sich beim Neigen des Apparates, sowie bei Temperaturänderungen frei bewegen können. Der ganze Apparat ruht, da eine Aufstellung auf einer Steinunterlage nicht zu beschaffen war, auf fest in eine solide Wand eingelassenen schmiedeeisernen Stützen, welche, um den Einfluss der Körperwärme bei der Beobachtung unschädlich zu machen, durch eine Tuch- und Papierhülle sorgfältig geschützt waren. Unter den Libellenträgern war ein Thermometer befestigt. Dieses sowie die Libellen wurden bei der Beobachtung durch einen Papierschirm vor dem Einfluss

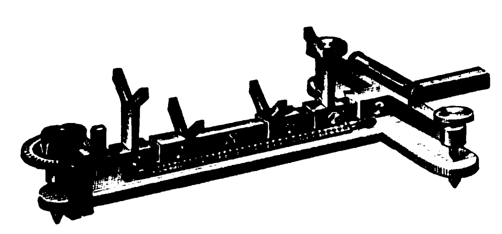


Fig. 1.

[1]) An diesem Untergestell ist auch der oben erwähnte in der Ebene des Theilkreises liegende Index befestigt.



der Körperwärme möglichst geschützt, so dass nur die Theilung der Libelle über den Schirm hervorragte. Zur Beleuchtung der Libellen diente ein hinter denselben an der Wand befestigtes Blatt Zeichenpapier, sodass ein sehr gutes und gleichmässiges Licht erzielt wurde. Die Konstanten des Apparates wurden bei mittlerer Zimmertemperatur (16 bis 18° C.) und mittlerer Schraubenstellung sowohl direkt aus den Dimensionen des Apparates mehrfach bestimmt, als auch indirekt durch Ablesung einer vertikal befestigten Millimeter-Skale mittels eines in die Stützen gelegten Fernrohrs und zwar wieder doppelt, nämlich durch Einstellung bestimmter Werthe der Neigungsschraube und Ablesung der Millimeter-Skale, wie auch durch Einstellung der Theilstriche der vertikalen Skale mittels des Fernrohres und Ablesen der zugehörigen Schraubenstellungen. Eine Einheit der Schraubentheilung fand sich im Mittel zu 0,9960″ [1]). Von einer Verstellung des Apparates, um den Werth genau auf 1″ zu bringen, wurde Abstand genommen, da für die Fälle, für welche die Abweichung von der vollen Sekunde in Betracht kommt, die Reduktion leicht auszuführen ist, für die Fehlerermittlungen aber die geringe Differenz ohne Belang ist, und für diese Bestimmungen der Theilwerth = 1″ genommen werden dürfte. Die Untersuchung der Neigungsschraube auf periodische Ungleichheiten wurde mit einer Kammerlibelle von 3,4″ Angabe ausgeführt, indem der jedem Achtel der Schraubenumdrehung entsprechende Ausschlag unter Benutzung stets derselben Blasenlänge und derselben Libellenskalentheile bestimmt wurde. Die Abweichungen der Ausschläge an den verschiedenen Stellen der Umdrehungen vom Mittel blieben kleiner als die Grösse des mittleren Fehlers (0,086 P. L. = 0,29″ für eine Blasenlänge von 20 P. L.). Um einen möglichst gleichmässigen Gang des Apparates zu erzielen, wurde nur die mittlere Schraubenstellung benutzt und überhaupt die Beobachtung so angeordnet, dass in erster Linie eine zuverlässige Vergleichung der einzelnen Libellen sichergestellt war.

Beobachtungsmethode.

Bei der Ausführung der Beobachtungen wurden, um möglichst fremde Einflüsse zu eliminiren, oder doch ihre Einwirkung thunlichst gleichmässig zu machen, die schon erwähnten Vorsichtsmaassregeln beobachtet. Die Körperwärme wurde durch Umhüllungen und Schirme abgehalten und die Temperaturänderungen durch ein unter den Libellen liegendes Thermometer stets verfolgt. Bei der Beobachtung der Blase wurde das Auge in gleiche Höhe mit der Libelle gebracht, so dass der äusserste Blasenrand in Folge des von der inneren, nicht benetzten Glaswand total reflektirten Lichtes sich scharf von der Flüssigkeitsoberfläche abhob. Es sind demnach als Blasenenden die Grenzen des nicht benetzten inneren Röhrentheiles genommen. Dadurch ist der abzulesende Punkt viel schärfer markirt als bei einer anderen Augenstellung und die parallaktischen Ablesungsfehler werden geringer [2]). Zur weiteren Vermeidung der Verschiebungsfehler bei der Ablesung wurde ein nach Libellentheilwerthen getheilter Papierschirm parallel der Libellenskale aufge

[1]) Der Werth dieser Konstanten wird durch eine Temperaturänderung von 30° C. erst in der vierten Stelle um ein bis zwei Einheiten geändert; Temperaturschwankungen brauchen daher bei den Angaben des Apparates nicht berücksichtigt zu werden. — [2]) Es mag sein, dass die Grenzen des Blasenkörpers innerhalb der Flüssigkeit, welche bei Betrachtung der Blase von oben erscheinen, in geringerem Maasse von den Einflüssen der Röhrenwand abhängig sind als die Form des Randwinkels zwischen Flüssigkeit und Glas, jedoch bleiben diese Einflüsse jedenfalls hinter den parallaktischen Fehlern zurück.



stellt und so eingerichtet, dass die beiden Theilungen parallel und die Verbindungslinien korrespondirender Theilstriche von Schirm und Libelle senkrecht auf der Papierfläche standen. Mit Hilfe dieser einfachen Vorrichtung konnte das Auge für jeden Skalenpunkt in die richtige Lage gebracht werden. Das Auge kann übrigens auch leicht nach den Libellentheilstrichen und ihren Schatten eingerichtet werden, welche sich bei richtiger Stellung des Auges decken müssen.

Beobachtungen.

1). Fehlerbestimmung für Einstellung auf den Normalpunkt.

Bei den vorliegenden Untersuchungen handelte es sich darum, unter möglichst gleichen Umständen Fehlerreihen zu beschaffen, d. h. die Beobachtungen so anzuordnen, dass die Einflüsse des benutzten Prüfungsapparates auf die Fehlerwerthe möglichst eliminirt wurden oder doch wenigstens konstant auf alle Beobachtungen einwirken mussten. Es wurde daher als diejenige Anordnung, welche die unabhängigsten Resultate zu liefern versprach, nach mehrfachen Vorversuchen die Fehlerbestimmung aus Beobachtungsdifferenzen gewählt.

Die Libelle wurde mit oder ohne Fernrohr (je nach der Instrumentkonstruktion) in die Stützen des Prüfungsapparates gelegt; war dieselbe ohne Fernrohr, so wurde, um den Apparat bei allen Versuchen möglichst gleichmässig zu belasten, ein eiserner Bolzen als Ersatz des Fernrohrgewichtes in das nicht benutzte Stützenpaar eingelegt. Die Schraube wurde stets in der Nähe der mittleren Stellung benutzt, und dementsprechend bei Beginn der Versuchsreihe die Blase mit der Neigungsschraube und den Stellschrauben annähernd in die Mitte der Theilung geführt, die Querlibelle gleichzeitig zum Einspielen gebracht und das Thermometer abgelesen. Nunmehr wurde die Blase durch Drehung der Neigungsschraube zum scharfen Einspielen gebracht und die zugehörige Schraubenstellung abgelesen. Nach Ablesung der Schraubenstellung wurde die Blase abwechselnd nach links oder rechts (ohne diese Abwechselung jedoch streng zu beachten) zum Ausschlag gebracht, nach Erreichung der Ruhelage bis in die Nähe des Spielpunktes zurückgeführt, der Stillstand abgewartet und dann die Blase langsam auf den Normalpunkt gebracht. In dieser Weise wurden bei einer Schraubenstellung in der Regel zehn Beobachtungen ausgeführt, dann durch Anziehen der Stellschrauben eine andere naheliegende Stellung der Neigungsschraube benutzt und so weiter, bis nach 8 bis 10maliger Verstellung 80 bis 100 Beobachtungsdifferenzen erlangt waren. Es ist noch zu erwähnen, dass die Beobachtungen für ein Instrument niemals alle an demselben Tage, sondern immer nur etwa die Hälfte oder ein Drittel derselben hintereinander ausgeführt wurden, um eine grössere Sicherheit gegen irgendwelche konstante Beeinflussung zu erlangen. — Bei dieser Anordnung ist also nur vorausgesetzt, dass der Apparat zwischen zwei Einspielungen (d. h. für eine Zeitdauer bis etwa 2 Minuten) seine Lage nicht ändert, dass in dieser Zeit erhebliche einseitig wirkende Temperaturdifferenzen nicht auftreten, und dass die Schraube an den benutzten Stellen keinen todten Gang zeigt, d. h. Voraussetzungen, deren Erfüllung durch die Beobachtungsmethode wohl gesichert erscheinen. Temperatur und Blasenlänge wurden während der Beobachtung mehrfach ermittelt. Die Anordnung und Rechnung ist so einleuchtend, dass es genügend erscheint, ein Beispiel im Auszuge mitzutheilen:

Libelle	Angabe	Mittlere Blasenlänge	Mittlere Temperatur	1. Reihe Schraubenstellung	Diff.	2. Reihe Schraubenstellung	Diff.
No. 210	29,1″	11,3‴	24,3°	0′ 27,6″	—	8′ 39,7″	—
				26,8	0,8″	39,1	0,6″
				27,2	0,4	40,2	1,1
				25,7	1,5	u. s. w.	
				26,1	0,4		
				26,7	0,6		
				26,3	0,4		
				27,6	1,3		
				26,7	0,9		
				26,7	0,0		
				26,3	0,4		

Aus diesen Differenzen ergiebt sich der mittlere Fehler einer einmaligen Einspielung unter den bei der Beobachtung vorliegenden Verhältnissen, einschliesslich der auf die Fehlergrösse noch etwa einwirkenden und nicht eliminirten Einflüsse, wozu insbesondere die Apparatfehler, d. h. also Schrauben- und Ablesungsfehler am Kreise zu rechnen sind. Diese Umstände dürfen aber wohl nach der gewählten Anordnung für alle Versuchsreihen als konstant angenommen werden, so dass zur Vergleichung der verschiedenen Instrumente die errechneten Fehlerwerthe einfach als „Einstellfehler der Libellen“ aufgefasst werden können. Die Resultate für 17 Libellen sind:

Laufende No.	Länge des Libellenrohres in *mm*	Aeusserer Durchmesser in *mm*	Mittlere Temperatur in C.°	Mittlere Blasenlänge in P. L.	Angabe für 1 Theilstrich = 1 P. L. in Sekunden	Mittlere Fehler in Sekunden	Mittlere Fehler in Skalentheilen (P. L.)
1	140	15	16,0	20,8	3,4	0,170	0,050
2	95	14	23,3	13,0	7,5	0,247	0,035
3	132	15	23,5	12,7	9,5	0,187	0,020
4	116	15	22,6	15,4	11,3	0,365	0,032
5	90	14	24,0	12,1	14,5	0,364	0,025
6	130	14	23,6	16,5	15,9	0,350	0,022
7	120	14	24,0	17,5	16,4	0,465	0,028
8	93	14	19,5	14,8	17,2	0,342	0,020
9	83	14	23,5	12,4	19,5	0,329	0,017
10	153	18	16,5	25,2	22,2	0,515	0,023
11	75	14	23,0	10,6	25,1	0,403	0,016
12	68	13	17,2	10,4	28,0	0,456	0,016
13	83	14	23,5	11,5	29,1	0,452	0,015
14	90	13	23,2	11,4	38,8	0,429	0,011
15	164	18	15,0	25,9	39,4	0,510	0,013
16	83	13	23,4	12,5	54,0	0,664	0.012
17	83	13	23,0	12,6	54,8	0,860	0,015

Die Temperaturen und die Blasenlängen sind in Folge der angewendeten Schutzvorrichtungen genügend gleich geblieben.

Trägt man die „mittleren Fehler“ als Ordinaten zu den „Angaben“ als Abszissen auf, so erhält man eine klare Uebersicht über die Abhängigkeit des mittleren „Einstellungsfehlers“ von der „Angabe“. Die graphische Darstellung (Fig. 2 a. f. S.) zeigt, dass der Fehlerwerth, in Sekunden ausgedrückt, mit steigender

Angabe allmälig wächst und zwar, wie sich aus der Zeichnung sofort entnehmen lässt, um rund etwa 0,01″ für jede Sekunde Zunahme der Angabe, dass aber der Fehlerwerth, in Skalentheilen ausgedrückt, mit wachsender Angabe abnimmt, während dieser letztere Fehlerwerth nach der gewöhnlich üblichen Annahme, dass die Genauigkeit der Libelle proportional der Angabe ist, konstant sein müsste. Wenn auch z. B. gerade die groben Libellen No. 14 bis 17 bei der Beobachtung eine äusserst gute Einstellung gewährten, so war das Resultat, welches so sehr zu Gunsten der stärker gekrümmten Libellen spricht, doch überraschend.

Um eine noch zuverlässigere Vergleichung von Libellen verschiedener Angabe zu erzielen, also gewissermaassen eine Probe auf die vorstehend mitgetheilten Ergebnisse der ausgedehnten Beobachtungsreihen zu machen, wurde die 3,4″ Libelle gleichzeitig[1]) mit der 54,8″ Libelle beobachtet, derart dass die 54,8″ Libelle zum Ein-

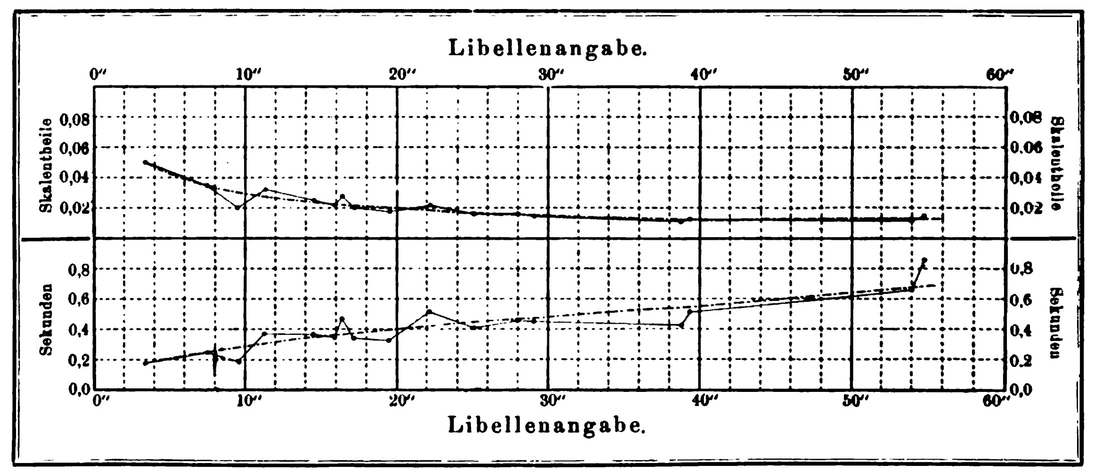


Fig. 2.

spielen gebracht wurde und sodann sowohl die Schraubenstellung als auch die Blase der 3,4″ Libelle abgelesen wurde. Der Einstellungsfehler der 54,8″ Libelle ergab sich aus den Angaben der Schraube zu ± 0,784″, aus den Angaben der 3,4″ Libelle zu ± 0,218 Skalentheil = ± 0,218 × 3,4″ = ± 0,75″, also sowohl in Uebereinstimmung unter sich als mit den Resultaten der vorstehenden Tabelle.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass beim Gebrauch der Libelle am Nivellirinstrument auf die Einstellgenauigkeit einer und derselben Libelle auch die Art der Neigungsertheilung von Einfluss ist. Je sicherer die erforderlichen Neigungen ertheilt werden können, je geringer wird der Fehler sein. Vornehmlich spricht hier, (wenn von anderweitigen Einflüssen, wie die Festigkeit der Unterlage, abgesehen wird), neben der Länge des Hebelarmes die Ganghöhe der Einstellschraube mit.[2]) Das Verhältniss der Länge des Hebelarmes und die Abmessungen der Neigungsschraube (also der Quotient Ganghöhe: Durchmesser) muss so bemessen sein, dass die mit Leichtigkeit und Sicherheit herzustellende Neigung dem Libellenfehler entspricht.[3])

---

[1]) Der Apparat ist mit zwei Stützenpaaren versehen. — [2]) Die Neigungsschraube in der Längsaxe der Libelle gedacht. — [3]) Die entsprechende Grenze für die Umdrehung des Schraubenkopfes wird bei den gewöhnlichen Dimensionen der Schraubenteller (40 bis 45 *mm* Durchmesser) etwa $^1/_{100}$ Umdrehung sein.



2). Fehlerbestimmung beim Ablesen der Blasenstellung.

Die Ermittlung des Fehlerwerthes für die Bestimmungen kleiner Neigungen mit den verschiedenen Libellen geschah durch Benutzung derselben mittleren Schraubenstellung wie bei den bisher besprochenen Beobachtungen. Für dieselbe Libelle wurden, um die Ungleichheiten der Schraube zu eliminiren, für die Ertheilung der Neigungen immer dieselben Kreisstellungen benutzt, die je nach der Empfindlichkeit der Libellen gewählt wurden, so dass der Ausschlag ein bis zwei Skalentheile betrug, also z. B. die Stellungen 0″ u. 5″, 0″ u. 10″, 0″ u. 20″ u. s. w.

Die Ausführung der Beobachtungen war die folgende: Nach Einstellung der Neigungsschraube auf den Nullpunkt wurde die Libelle mit den Stellschrauben des Apparates genähert zum Einspielen gebracht und nach Eintritt der Ruhelage die Blasenstellung abgelesen, sodann die Schraube auf 5, 10, 20″ u. s. w. eingestellt, die Blasenstellung abgelesen, womit dann eine einmalige Bestimmung gewonnen war. Sodann wurde durch Anziehen der Stellschrauben ein kleiner Ausschlag ertheilt, die Blase abgelesen und durch Zurückdrehen der Schraube in die erste Stellung wieder die Neigung in umgekehrter Richtung bewirkt, und so weiter, bis etwa 50 Bestimmungen erhalten waren. Die Ausschläge für die konstante Neigung wurden gemittelt und aus den Abweichungen gegen das Mittel der Fehlerwerth bestimmt.

Unter der Voraussetzung nun, dass der Apparat gut funktionirt und denselben Kreisstellungen auch stets dieselben Neigungen entsprechen, ist der so ermittelte Fehlerwerth der allein von den Libellen und den Ablesungsfehlern der Blasen herrührende Fehler der Messung einer Neigungsdifferenz. Um also diesen Werth mit dem früher für das Einspielen gewonnenen vergleichen zu können, ist derselbe noch durch $\sqrt{2}$ zu dividiren, da dem Fehler des Einstellens der Libelle auf den Einspielpunkt der Fehler der Bestimmung der Abweichung von demselben entspricht. Die so gewonnenen Resultate sind die folgenden:

Laufende No.	Länge des Libellenrohres in *mm*	Aeusserer Durchmesser in *mm*	Mittlere Temperatur in C.°	Mittlere Blasenlänge in P. L.	Angabe für 1 Theilstrich = 1 P. L. in Sekunden	Mittlerer Fehler in Skalentheilen (P. L.)	Mittlerer Fehler in Sekunden
1	140	15	16,2	20,3	3,4	0,085	0,29
2	95	14	17,5	14,5	7,5	0,062	0,46
3	132	15	16,8	15,2	9,5	0,046	0,44
4	120	14	17,3	19,1	16,4	0.043	0,70
5	130	14	15,5	20,0	15,9	0,068	1,08
6	75	14	19,0	11,0	25,1	0,050	1,26
7	90	13	18,0	12,2	38,8	0,036	1,40
8	83	13	17,0	11,0	54,8	0,028	1,53

Eine gute Probe für diese Fehlerwerthe ergab sich aus der Prüfung einiger Libellen auf regelmässigen Schliff, welche ganz unabhängig von obigen Versuchen ein halbes Jahr vorher unter den verschiedensten Umständen bei Temperaturen zwischen $-4°$ und $+27°$ angestellt waren. Durch Ertheilung gleichmässiger Neigungen wurden dabei die Skalen je sechsmal hin und her durchlaufen.

Die Resultate sind die folgenden:



Angabe für 1 Theilstrich = 1 *P. L.* in Sekunden	Mittlere Fehler in	
	Skalentheilen (P. L.)	Sekunden
7,5	0,081	0,61
9,5	0,070	0,66
14,6	0,061	0,89
16,4	0,056	0,92
19,5	0,034	0,66
25,1	0,035	0,88
54,8	0,027	1,48

Die Uebereinstimmung mit den früheren Resultaten ist mit Rücksicht auf die sehr verschiedenen äusseren Umstände eine genügende. Es sollen daher sämmtliche Resultate ohne Unterschied zusammengefasst werden. Die graphischen Darstellungen (Fig. 3) veranschaulichen das Abhängigkeitsverhältniss des Fehlerwerthes von der Angabe in Skalentheilen und Sekunden. Die Beziehung entspricht im Allgemeinen derjenigen für das Einstellen der Blase auf den Einspielpunkt. Der Fehler in Skalentheilen nimmt mit wachsender Angabe ab, der Fehler in Sekunden nimmt zu und zwar beträgt das Wachsen rund etwa 0,02″ bis 0,025″ für eine Zunahme der Angabe um 1″, also etwa das Doppelte wie beim Einstellen, wie sich auch direkt durch Vergleichen der Zahlenwerthe bezw. Ordinatengrössen ergiebt.

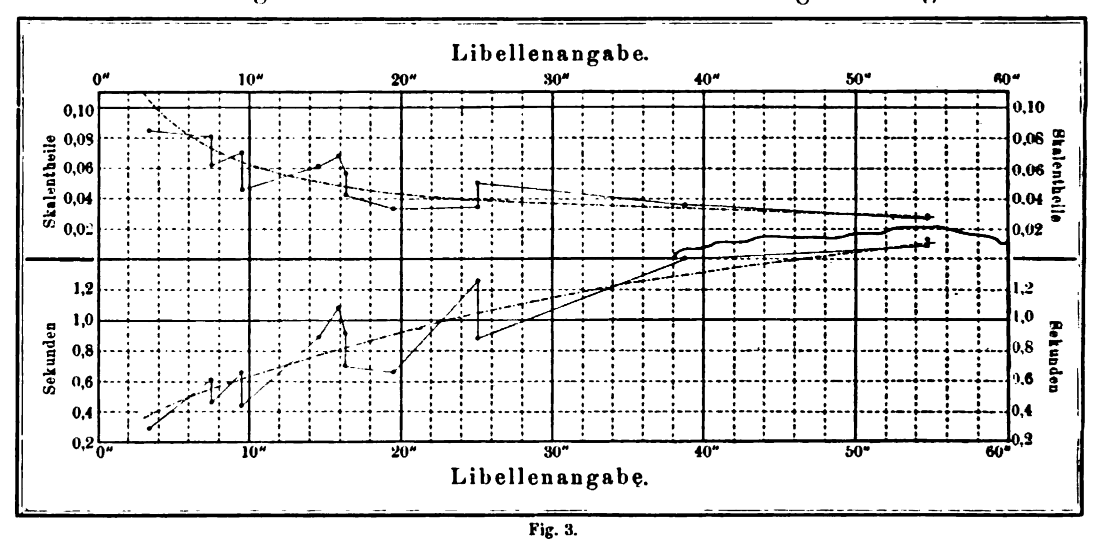


Fig. 3.

Eine Kammerlibelle, welche eine Angabe von 1,2″ auf ein Skalentheil von 2 *mm* hat, gab bei einer Blasenlänge von 30 Intervallen einen mittleren Fehler von ± 0,12″. Der Umstand, dass sich diese sehr empfindliche Libelle auf dem Apparat noch gut behandeln liess und den geringen Fehlerbetrag ergab, zeigt besonders auch noch, dass der Apparat für die übrigen Beobachtungen durchaus genügende Angaben geliefert hat.

3). Einfluss der Blasenlänge.

Nachdem im Vorstehenden die Genauigkeitsverhältnisse von Libellen verschiedener Angabe untersucht und verglichen wurden, bleibt nun noch zu erörtern, in welcher Weise die Leistungsfähigkeit einer und derselben Libelle am meisten ausgenutzt werden kann.

Bekanntlich leiden die Libellenangaben hauptsächlich unter dem Einfluss des sogenannten „Klebens“ oder „Nachziehens“. Nachdem neuerdings durch die Untersuchungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt die Ursachen dieser Störungen erkannt sind, steht zu hoffen, dass in Zukunft zu den Glasröhren ein widerstandfähigeres Material genommen wird, so dass diese misslichen Erscheinungen nicht mehr auftreten werden[1]). Zu den vorbesprochenen Versuchen sind nur Libellen benutzt worden, welche diese Erscheinungen gar nicht, oder doch kaum merklich zeigten. Zum Vergleich sei mitgetheilt, dass für eine Libelle von 13,7″ Angabe, welche schon merklich „klebte“, jedoch für den gewöhnlichen Gebrauch immerhin noch genügend zuverlässige Angaben gewährte, und eine Fehlerbestimmung noch zuliess, die folgenden Fehlerwerthe ermittelt wurden:

für Einstellen ± 0,69″, für Ablesen ± 1,38″,

während aus den graphischen Darstellungen (Fig. 2 und 3) sich die entsprechenden Werthe zu etwa 0,33″ bezw. 0,75″ ergeben.

Abgesehen hiervon ist aber noch ein anderer Umstand für die Leistungsfähigkeit einer Libelle von grosser Bedeutung, nämlich die Blasenlänge. Es ist eine bekannte Thatsache, dass kleine Blasen sehr träge sind und unsichere Einstellungen geben.

Da nun bei Kammerlibellen die Blasenlänge beliebig verändert werden kann und bei Libellen ohne Kammer die Wärmeschwankungen beständig Aenderungen der Blasenlänge verursachen, so hat es Interesse, den Einfluss der Blasenlänge auf die Leistungsfähigkeit einer und derselben Libelle kennen zu lernen. Zu dem Zwecke wurden in der früher beschriebenen Weise mit zwei Kammerlibellen von 3,4″ bezw. 15,9″ Angabe mit Theilung bis 40 P. L. die Fehlerbestimmungen vorgenommen. — Die Resultate sind:

1. Einstellen der Libellen auf den Einspielpunkt.

Libelle von 3,4″ Angabe. Mittl. Temp. + 18° C.

Blasenlänge P. L.	Mittlerer Fehler einer Einstellung in Sekunden	Mittlerer Fehler einer Einstellung in Skalentheilen
	±	±
4	1,00	0,290
11	0,26	0,077
20	0,17	0,050
28	0,08	0,024

Libelle von 15,9″ Angabe. Mittl. Temp. + 23° C.

Blasenlänge P. L.	Mittlerer Fehler einer Einstellung in Sekunden	Mittlerer Fehler einer Einstellung in Skalentheilen
	±	±
4	1,43	0,090
10	0,57	0,036
16	0,35	0,022
20	0,26	0,016
26	0,28	0,018
29	0,20	0,013

2. Ablesen der Blasenstellung.

Libelle von 3,4″ Angabe. Mittl. Temp. + 16° C.

Blasenlänge P. L.	Mittlerer Fehler in Sekunden	Mittlerer Fehler in Skalentheilen
	±	±
4	1,80	0,530
11	0,38	0,110
20	0,29	0,086
28	0,20	0,058

Libelle von 15,9″ Angabe. Mittl. Temp. + 18° C.

Blasenlänge P. L.	Mittlerer Fehler in Sekunden	Mittlerer Fehler in Skalentheilen
	±	±
4	4″ bis 5″	0,25 bis 0,33
10	2,10	0,132
15	1,13	0,071
20	0,95	0,060
28	0,64	0,040

[1]) Vergl. *diese Zeitschrift 1888. S. 267.*

Für eine dritte Libelle von 11,9″ Angabe ergab sich für Einstellen aus einer Anzahl weniger umfangreicher Beobachtungsreihen wie die für die obigen Resultate, für eine Blasenlänge von: 4,4 12 20 26 P. L.
ein mittlerer Fehler von: ± 1,0″ 0,5″ 0,3″ 0,3″.

Kleine Blasenlängen sind demnach unzuverlässig; je grösser die Blasenlänge ist, je kleiner wird der Fehler, und, wie sich bei der Beobachtung ergiebt, je schneller und je sicherer stellt sich die Blase ein. Es würde demnach daraus folgen, dass die Blasenlängen möglichst gross zu nehmen seien. Für die Ausnutzung der Libellen zum Einstellen von Instrumenten, besonders für den Feldgebrauch, ist jedoch für die Blasenlängen aus anderen Gründen eine gewisse Grenze von vornherein gegeben. Denn einmal ist die Behandlung zu langer Blasen, besonders im Felde, unbequem und ferner ist auch eher eine unsymmetrische Verzerrung derselben in Folge Haftens an der Röhrenwand und ungleichmässiger Temperaturvertheilung längs der ganzen Röhre zu fürchten. Da nun aus den für die untersuchten Libellen gefundenen Resultaten hervorgeht, dass der Fehlerwerth von etwa 20 Skalentheilen ab nur wenig abnimmt, so wird etwa ein Betrag von 20 bis 25 Skalentheilen die günstigste mittlere Blasenlänge sein für Libellen von 40 Theilungsintervallen, und von 15 bis 20 Skalentheilen für Libellen von 30 Theilungsintervallen, d. h. also, die Blase soll nicht kürzer sein als die Hälfte der getheilten Röhre. Für solche Libellen jedoch, welche z. B. im Zimmer als Justirlibellen u. s. w. benutzt werden, für welche die äusseren Umstände der Handhabung und Temperaturverhältnisse günstiger sind, wird die Leistungsfähigkeit besser ausgenutzt, wenn man die Blase möglichst lang nimmt, etwa $^3/_4$ der ganzen getheilten Länge.

Nach Bauernfeind[1]) soll die Blasenlänge etwa $^1/_5$ bis $^1/_3$, nach Jordan[2]) etwa $^1/_3$ bis $^1/_2$, nach Hensoldt[3]) und Hunaeus[4]) etwa $^1/_2$ der Libellenlänge betragen. Für Libellen von 40 bezw. 30 P. L. Skalentheilung wären dementsprechend die Blasenlängen:

	Theilung 40 P. L.	Theilung 30 P. L.
nach Bauernfeind	8 bis 13 P. L.	6 bis 10 P. L.
„ Jordan	13 „ 20	10 „ 15
„ Hensoldt-Hunaeus	20	15

Auf Grund der angestellten Fehlerermittlungen möchte ich diese Werthe für Feldinstrumente auf 20 bis 25 bezw. 15 bis 20 P. L. für eine mittlere Gebrauchstemperatur von 15° ansetzen, um die Leistungsfähigkeit möglichst auszunutzen, da kein Grund vorliegt, auf die durch diese Vergrösserung der Blasenlänge mögliche Genauigkeitssteigerung ohne Weiteres zu verzichten.

Für bessere Libellen muss, wie es ja auch in der Regel der Fall ist, eine Scheidewand vorgesehen werden, um die zweckmässigste Blasenlänge unabhängig von der Temperatur herstellen zu können, für geringere Libellen ist die Blasenlänge so anzuordnen, dass dieselbe bei den Gebrauchstemperaturen weder zu klein noch zu gross werden kann.

---

[1]) Bauernfeind, *Elemente der Vermessungskunde.* — [2]) Jordan *Handbuch der Vermessungskunde III. Auflage.* — [3]) Hensoldt, *Kenntniss und Prüfung der Libellen*; im Anhang zu „*das orthoskopische Okular*“ von Kellner. — [4]) Hunaeus, *die geometrischen Instrumente.*

Einfluss der Temperatur auf die Blasenlänge.

Unter der Voraussetzung, dass aus einer beschränkten Anzahl von Libellen mittlerer Dimensionen, welche aus verschiedenen Werkstätten stammen, ein Schluss auf die bezüglichen Verhältnisse ähnlich beschaffener Instrumente gezogen werden darf, wurde zur Ermittlung einer zweckmässigen mittleren Blasenlänge bei den gewöhnlichen Gebrauchstemperaturen das Abhängigkeitsverhältniss der Blasenlänge von der Temperatur durch Bestimmungen der Blasenlänge zwischen Temperaturen von $-4°$ C. bis $+28°$ C. ermittelt.

Es ist bei Betrachtung des inneren Libellenkörpers ohne Weiteres klar, dass, wenn bei derselben Libelle bei grossen und kleinen Blasenlängen gleiche Temperatur[1])- also auch gleiche Volumen-Aenderungen eintreten, die Form und damit auch die Länge kleiner Blasen erheblicher sich ändern muss als diejenige grösserer. Die Beziehung zwischen Blasenlänge und Temperatur wird demnach nicht durchweg linear sein[2]). Für einige im Wasserbad auf diese Beziehung hin geprüfte Libellen ergaben sich für dieselbe schwach gekrümmte Kurven. Die Krümmung wächst mit abnehmender Angabe.

So ist z. B. für eine Libelle von 14,1″ Angabe, 113 *mm* Rohrlänge und 15 *mm* äusserem Durchmesser:

für Blasenlängen von	welche Temperaturintervallen entsprechen von	die Aenderung der Blasenlänge für 1° C.
20 bis 15 P. L.	3° bis 21,5° C.	0,27 P. L.
15 „ 10	22 „ 37	0,33
10 „ 5	37 „ 48,5	0,44
5 „ 1	48,5 „ 55,0	0,61

und für eine Libelle von 30,2″ Angabe, 73 *mm* Rohrlänge und 14 *mm* äusserem Durchmesser:

für Blasenlängen von	welche Temperaturintervallen entsprechen von	die Aenderung der Blasenlänge für 1° C.
14 bis 10 P. L.	0° bis 33° C.	0,12 P. L.
12 „ 8	20 „ 45	0,16
10 „ 6	33 „ 54	0,19

Diese Angaben erläutern das eben Gesagte und zeigen zugleich, dass innerhalb der gewöhnlichen Temperaturschwankungen die Beziehung genügend genau linear genommen werden darf. Unter dieser Voraussetzung nun wurden, um einen Ueberblick über die Aenderungen der Blasengrössen mit der Temperatur bei verschiedenen Libellen zu erhalten, für 18 Instrumente der gewöhnlichen Dimensionen von 75 bis 130 *mm* Röhrenlänge und 13 bis 15 *mm* äusserem Durchmesser, bei Temperaturunterschieden von $-4°$ C. bis $+28°$ C. die nachstehenden Aenderungen für 1° C. bestimmt:

---

[1]) Abgesehen von den geringen Aenderungen der Röhrenform. — [2]) Die theoretisch mögliche Berechnung der Beziehung ist ziemlich komplizirt und hat keine praktische Bedeutung.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Laufende No.	Länge des Libellen-rohres	Aeusserer Durch-messer	Angabe für 1 Theil-strich = 1 P. L	Mittlere Blasen-länge	Aenderung der Blasen-länge für 1° C.	$0{,}08 \frac{l}{A'' + 20''}$	v
	mm	*mm*	"	P. L.	P. L.	P. L.	P. L.
1	93	15	5,7	18	0,33	0,29	— 0,04
2	110	15	6,6	18	0,35	0,33	— 0,02
3	95	14	7,5	16	0,30	0,28	— 0,02
4	132	15	9,5	18	0,43	0,36	— 0,07
5	90	14	9,6	12	0,29	0,24	— 0,05
6	116	15	11,3	18	0,28	0,29	+ 0,01
7	100	14	13,2	16	0,23	0,24	+ 0,01
8	128	15	13,7	20	0,57	0,30	— 0,27
9	113	15	14,1	17	0,26	0,26	0,00
10	90	14	14,4	15	0,16	0,21	+ 0,05
11	95	14	14,9	13	0,21	0,22	+ 0,01
12	83	13	15,5	13	0,18	0,19	+ 0,01
13	124	15	16,4	20	0,27	0,27	0,00
14	83	14	19,3	15	0,15	0,17	+ 0,02
15	75	14	25,1	12	0,13	0,13	0,00
16	73	14	30,2	12	0,13	0,12	— 0,01
17	80	13	38,8	13	0,18	0,11	— 0,07
18	83	13	54,0	14	0,12	0,09	— 0,03

Nach den in Spalte 6 der Tabelle aufgeführten thermischen Aenderungen können nun für Libellen, welche den untersuchten nach Angabe und Dimensionen entsprechen, die bei den Gebrauchstemperaturen vorkommenden Schwankungen der Blasengrösse entnommen und darf danach mit Rücksicht auf die früheren Erörterungen die zweckmässigste mittlere Blasenlänge angegeben werden.

Wenn nun auch einer weiteren Behandlung der durch die Tabelle ausgedrückten Beziehung zwischen Aenderung der Blasengrösse, Angabe und Dimension der Libelle kaum eine praktische Bedeutung beigelegt werden kann, so wird es doch von Interesse sein, auf diese Beziehung etwas näher einzugehen, zumal ein Blick auf die Tabelle eine gewisse Gesetzmässigkeit sofort erkennen lässt. Die Tabelle, welche nach der „Angabe“ geordnet ist, zeigt ein Abnehmen der thermischen Aenderung mit wachsender Angabe und ein Zunehmen derselben mit wachsender Röhrenlänge. Die Beobachtungen entsprechen den in der Natur der Sache begründeten Beziehungen, wenn dasselbe Ausdehnungsvermögen der Füllflüssigkeiten bei allen Libellen vorausgesetzt wird. Sieht man ab von den geringen Deformationen der Glasröhre und der Aenderung des Randwinkels zwischen Flüssigkeit und Glaswand mit der Temperatur und betrachtet dann einen Längsschnitt durch die Libelle, nimmt den Einspielpunkt zum Nullpunkt eines rechtwinkligen Koordinatensystems, die Tangente als y-Axe, die Normale als x-Axe, so ist genügend genau $dy = (r/y)\,dx$. Hierin ist dy die Aenderung der halben Blasenlänge y, für die Niveauänderung der Flüssigkeit dx bei einer Libelle mit dem Krümmungsradius r. Wird nun an Stelle des Radius r die Angabe A'' eingeführt, und unter der Voraussetzung mittlerer, nicht zu verschiedener Blasenlängen (vgl. S. 319) für die Niveauänderung dx die Volumenänderung oder für diese, unter Vernachlässigung der Verschiedenheiten der Querschnitte (13 bis 15 *mm* äusserer Durchmesser) die diesem Werth genügend proportionale Röhrenlänge l, so lautet die Beziehung

genügend genau $dy = l/A$, d. h. also die Temperaturänderung dy ist für mittlere Blasenlängen bei verschiedenen Libellen proportional der Rohrlänge und reciprok der Angabe. Die allgemeine Form ist also: $dy = P(l + R)/(A + Q)$, wobei R, Q, P noch zu bestimmende Konstanten sind. Die Resultate der Tabelle werden mit genügendem Anschluss durch die ohne strenge Ausgleichung gefundene einfache Form mit nur zwei Konstanten, $dy = 0{,}08\, l/(A + 20)$, wiedergegeben. Hierbei ergiebt sich dy in Pariser Linien, wenn l in Millimetern und A in Sekunden genommen wird. Die entsprechenden Werthe weisen Spalte 7 und 8 der Tabelle nach. Eine stärkere Abweichung zeigt nur die 13,7″ Libelle, bezüglich welcher bereits auf Seite 21 erwähnt wurde, dass der mittlere Fehler in Folge „Klebens“ aussergewöhnlich gross ist.

Da nun die 18 Libellen von 7 verschiedenen Firmen geliefert sind und unter ihnen die verschiedenen gebräuchlichen Dimensionen vorkommen, so darf wohl die Beziehung für die im Handel gewöhnlich vorkommenden Libellen als giltig angenommen[1]) und benutzt werden, um danach genähert die Blasenlängen auf Grund der Besprechung von Seite 318 u. 319 anzugeben, wobei die mittlere Blasenlänge bei 15° C. rund zu 20 P. L. genommen werden soll.

Angabe	dy	Blasenlänge in P. L. bei Temperaturen von			Offene Skalenlänge in
″	P. L.	0°	15°	30°	P. L.
5	0,45	32	25	18	40 bis 50
10	0,35	30	24	18	40
15	0,28	26	22	18	40 bis 35
20	0,24	24	20	17	35
30	0,18	23	20	18	35
40	0,13	22	20	18	30

Für Libellen mit Angaben unter 15 oder 10″, bei welchen die Schwankungen der Blasengrösse verhältnissmässig gross sind, ist es, um die Leistungsfähigkeit der Libellen voll auszunutzen und möglichst stets dieselben Skalenintervalle verwenden zu können, zu empfehlen, zur Regulirung der Blasenlänge eine Kammer anzubringen. Für Libellen zwischen 20″ und 15″, welche zu Feldbeobachtungen, besonders auch in schwierigem Gelände, dienen sollen, wird die Kammer (welche leicht Aufenthalt verursachen kann) in der Regel fortfallen können, stets aber bei Libellen mit grösseren Angaben als 20″, da hierbei die Schwankungen der Blasengrösse zu gering sind, um die Libellenangaben merklich zu beinflussen.

Einfluss der Dimensionen der Libellen.

Nachdem bisher die Leistungsfähigkeit der Libellen in Bezug auf Krümmungsradius und Blasenlänge einer Vergleichung unterzogen wurde, haben wir nun die Frage aufzuwerfen, ob und in welchem Maasse die Dimensionen der Libelle, Länge und Weite des Glasrohrs, einen Einfluss auf die Zuverlässigkeit der Einstellung ausüben.

---

[1]) Hensoldt theilt in der schon erwähnten Schrift für eine Libelle von 1,0″ Angabe mit:

+ 18,5° R. Blasenlänge 15,7 P. L.
− 11,0° R. „ 41,9 P. L.
Länge des Glasrohres etwa 220 *mm*.

Das ist eine Aenderung der Blasenlänge von 26,2 P. L. auf 29,5° R. = 37° C., also dy für 1° C. = 0,71 P. L.; obiger Formel für diese Libelle entspricht der Werth 0,84 P. L.

Bewegt sich in Folge der Neigung der Libellenaxe die Blase längs der Glaswand, so müssen die vor dem vorderen Ende der Blase befindlichen Flüssigkeitstheilchen dieser Platz machen und der hinter der Blase entstehende Raum ausgefüllt werden. So entstehen im Libellenrohr Strömungen, welche je nach den Abmessungen desselben auf die Bewegung und Einstellung der Blase einwirken werden.[1])

Nach Bauernfeind[2]) soll das Verhältniss der Weite des Glasrohrs zur Länge $^1/_6$ bis $^1/_9$ sein. Nach Hunaeus[3]) schwankt die Länge der Glasröhre zwischen 2 und 9 Zoll = 54 *mm* und 244 *mm*, und ihr innerer Durchmesser darf nach den „darüber gemachten Erfahrungen" nicht über 8 bis 9 Linien = 18 bis 20 *mm* betragen, wobei dann im Allgemeinen die Länge des Rohres auch proportional dem Krümmungshalbmesser genommen werden muss. Hensoldt empfiehlt in der schon erwähnten Schrift[4]) die folgenden (hier in Metermaass umgerechneten) Abmessungen:

Angabe für 1 Theilstrich = 1 P. L.	Länge des Glasrohres	Durchmesser	Quotient Durchmesser: Länge
"	*mm*	*mm*	
60 bis 15	110 bis 120	13,6 bis 16	$^1/_8$
15 „ 10	110 „ 136	"	$^1/_8$
10 „ 8	140	"	$^1/_9$
8 „ 6	140	16	$^1/_9$
5	140 bis 150	"	$^1/_9$
4	150 „ 160	"	$^1/_{10}$
3	176 „ 190	16 bis 18	$^1/_{11}$
2	190 „ 220	"	$^1/_{12}$
1	220 „ 240	"	$^1/_{13}$

Die früher angeführten Libellen entsprechen mit Längen von 75 bis 164 *mm* und einem äusseren Durchmesser von 13 bis 18 *mm* dem Verhältniss $^1/_5$ bis $^1/_9$. Eine direkte Beeinflussung des Fehlerwerthes durch die Dimensionen lässt sich im Allgemeinen nicht erkennen, und es scheint demnach auch innerhalb der genannten Grenzen eine solche nicht vorzuliegen, jedenfalls aber so unbedeutend zu sein, dass dieselbe ausser Betracht bleiben kann. Es dürfte jedoch immerhin von Interesse sein, Libellen von derselben Angabe und verschiedenen Dimensionen, im übrigen aber von möglichst gleichartiger Beschaffenheit nach dieser Richtung hin ganz speziell zu untersuchen. Vorderhand scheinen mir Dimensionen von etwa 100 bis 120 oder 130 *mm* Rohrlänge und 15 *mm* Weite die geeignetsten zu sein. Beim Gebrauch ergiebt sich, dass sowohl zu kleine und enge Libellen, etwa unter 70 bis 80 *mm* Länge und 12 bis 13 *mm* Weite, sowie auch zu grosse Libellen, wie z. B. die von 160 *mm* Länge sich weniger bequem behandeln lassen, wie solche von mittleren Grössen; vornehmlich sind die Blasen enger Libellen sehr träge.

Im Allgemeinen zeigt sich aber bei der Beobachtung, dass weit mehr als die Rohrlängen und Weiten, und selbst auch innerhalb gewisser Grenzen die Angabe, auf die Genauigkeit der Einstellung und Ablesung andere Umstände einwirken.

[1]) Man kann die Strömungen bei Libellen, welche die bekannten Ausscheidungen zeigen, bei stärkeren Neigungen deutlich wahrnehmen; am Boden liegende Flocken bewegen sich z. B. wie von einem kurzen Stoss getrieben in entgegengesetzter Richtung oder zeigen ein Wirbeln. — [2]) Bauernfeind, *Elemente der Vermessungskunde*. — [3]) Hunaeus, *die geometrischen Instrumente*. — [4]) Nachtrag zu Kellner, *das orthoskopische Okular*.

Besonders spricht hier auch die Beschaffenheit des Glases mit, welches klar und rein sein muss, so dass die Blase scharfe Ränder zeigt; bei nicht klaren und zu dicken Gläsern erscheinen die Ränder nicht scharf, sondern etwas gebogen; dadurch entstehen besonders bei nicht ganz günstiger Beleuchtung sehr störende Spiegelungen, welche die Schätzung nicht unerheblich beeinflussen können. Ferner sollen auch die Theilstriche scharf und genügend lang durchgezogen sein, so dass sich dieselben als feine und scharfe Linien abheben. Endlich verdient auch noch eine besondere Beachtung die Wahl des Theilungsintervalles der Skale. Das Intervall soll so bemessen sein, dass noch bequem und sicher geschätzt werden kann, ohne dass die Theilung unübersichtlich wird. Das bisher übliche Intervall ist die Pariser Linie = 2,26 *mm*, nach welchem auch, wie eingangs bemerkt, sämmtliche untersuchten Libellen getheilt sind. Die Schätzung ist innerhalb desselben eine genügend sichere, und man scheint an demselben festhalten zu wollen in der Ansicht, dass eine engere Theilung erstens unbequem sein würde und zweitens wegen der parallaktischen Fehler keinen Vortheil bringe. Der letztere Grund ist aber nicht stichhaltig, wenn, wie es für sorgfältige Beobachtungen unbedingt geboten ist, die Blase im Profil beobachtet wird; dabei ist eine Verschärfung der Schätzung besonders in der Mitte des Intervalls wohl wünschenswerth, da man das hellleuchtende Blasenstück mit dem dunklen Resttheil des Intervalls zu vergleichen hat. Nimmt man die neuerdings schon mehrfach angewendete Theilung in 2 *mm*, so hat man damit ein Intervall, welches nach meinen Versuchen durchaus nicht unbequemer ist wie die Linientheilung und auch eine etwas sichere Schätzung ermöglichen wird. Leider stand mir keine genügende Anzahl nach 2 *mm*-Intervallen getheilter Libellen zur Verfügung, um die Fehlergrösse für beide Theilungen einer Vergleichung unterziehen zu können. Mir scheint die 2 *mm*-Theilung geeigneter zu sein und kein Grund vorzuliegen, die Linientheilung beizubehalten, zumal die Millimetertheilung Intervalle bietet, an deren Schätzung das Auge gewöhnt ist. Auch Hensoldt hält a. a. O. eine engere Theilung als die gebräuchliche Pariser für zweckmässiger und schlägt vor, etwa 0,8 P. L. zu nehmen, das wären also $0{,}8 \times 2{,}26 = 1{,}8$ *mm*.

Jedenfalls aber bleibt hervorzuheben, dass die soeben besprochenen Umstände, wie klares Glas, gutes Bild der Blase, scharfe Theilstriche grösseren Einfluss auf die Genauigkeit der Einstellung und Ablesung haben als etwa eine Verminderung der Angabe um 5″ oder bei gröberen Libellen sogar bis zu 10″.

(Fortsetzung folgt.)

Ein Entfernungsmesser für Infanterie.

Von

Dr. P. Drude, Privatdozent der Physik an der Universität Göttingen.

Sieht man ab von den Entfernungsmessern, welche auf der Geschwindigkeit des Schalles beruhen und welche sich *in praxi* nicht bewähren, weil man bei mehreren Schüssen nicht feststellen kann, zu welchem Lichtblitz der ankommende Schall gehört, so sind wohl nur geometrische Entfernungsmesser denkbar, d. h. solche, welche bei Festlegung einer bekannten Basis durch Messung von Winkeln die Entfernung abzulesen gestatten.

Für die Wahl eines zweckmässigen Entfernungsmessers kommt es nun wesentlich darauf an, wohin man die Basis verlegt, d. h. ob sie beim Beobachter oder



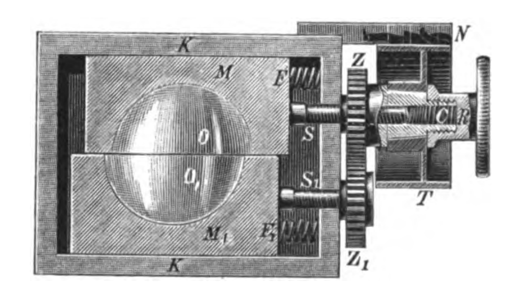
dem zu messenden Gegenstande (dem Ziele) liegt. Ersteres hat den Vortheil, dass die Basis genau bekannt ist und dass daher die Zielhöhe nicht bekannt zu sein braucht. Solche Apparate werden wohl aber für militärische Zwecke nur bei langsamer Bewegung zu verwenden sein, d. h. in der Defensive und bei Festungsartillerie, da sie umständlich zu transportiren sind und einen festen Stand erfordern.

Daher sind für Infanteriezwecke hauptsächlich Entfernungsmesser der zweiten Art vorgeschlagen, bei denen die Zielhöhe als bekannt vorausgesetzt wird. — Ich glaube aber, dass die bisher vorgeschlagenen Formen deshalb noch wenig zweckentsprechend sind, weil sie ebenfalls zur genauen Einstellung eine feste Aufstellung oder Befestigung verlangen; denn das Ziel wird bei ihnen zwischen zwei Marken fixirt und die genaue Einstellung ist nur möglich bei fester Lage des Entfernungsmessers.

Um diesen Uebelstand zu umgehen, habe ich einen Entfernungsmesser nach dem bei dem Heliometer verwendeten Prinzipe konstruirt, indem das Objektiv eines terrestrischen Fernrohres zerschnitten ist und die beiden Objektivhälften durch eine Mikrometerschraube soweit gegen einander verschoben werden, dass der untere Rand des einen Bildes des Zieles abschneidet mit dem oberen Rande des zweiten Bildes. Aus der Drehung der Mikrometerschraube kann man bei bekannter Zielhöhe die Entfernung des Zieles finden.

Die Einrichtung im Besondern ist folgende:

Die beiden Objektivhälften $O\,O_1$ sind in zwei Messingstücke $M\,M_1$ gefasst, deren Führung ein Metallkasten K bildet, welcher an den Tubus des Fernrohrs angeschraubt ist. Die beiden Messingstücke tragen zwei Schrauben $S\,S_1$ von 0,5 *mm* Ganghöhe, welche aus der einen Seite des Metallkastens etwas hervorragen und zwei Druckfedern $F\,F_1$, die etwas in die Messingstücke versenkt sind. Die Bewegung der einen Objektivhälfte wird erzeugt durch Drehen des Kopfes R, welcher auf den Zylinder C aufgeschraubt ist, der in seinem Innern das Muttergewinde für die Schraube S trägt. An dem Zylinder befindet sich ein Zahnrad Z, welches in ein gleich grosses, gut eingeschliffenes Zahnrad Z_1 greift. Dieses dient als Mutter für die Schraube S_1, so dass bei Bewegung der einen Objektivhälfte in einem Sinne stets eine gleich grosse Bewegung der anderen Objektivhälfte im entgegengesetzten Sinne erfolgt. — Durch das gute Einschleifen der Zahnräder und durch die Druckfedern ist todter Gang völlig vermieden.



Um die Verschiebung der Objektivhälften ablesen zu können, befindet sich auf dem Zylinder eine 15 *mm* breite Trommel T, welche durch Anziehen des Schraubenkopfes R auf dem Zylinder C befestigt wird. Um bei verschieden hohen Zielen (ganze Figur, Rumpf-, Kopfscheibe u. s. w.) die Entfernungen am Instrument direkt ohne Benutzung einer Tabelle ablesen zu können, sind auf der Trommel 10 Schraubenlinien eingravirt, welche den Entfernungen 100 *m*, 200 *m* bis 1000 *m* entsprechen. Als Ablesungsmarke dient eine kleine menschliche Figur ohne Kopf N, die an der oberen Seite des Metallkastens angeschraubt ist (in der Zeichnung ist die Figur 90° um eine zu den Schrauben $S\,S_1$ parallele Richtung gedreht). Die Entfernung wird nun einfach an derjenigen Stelle der Figur abgelesen, welche

man beim Ziele als unteren Rand sieht, also z. B. am Knie, wenn man den Gegner im Fernrohr nur bis zum Knie sieht.

Das Instrument habe ich für ganze Figur experimentell graduirt, d. h. dadurch sind die Fusspunkte der Schraubenlinien (an der linken Seite der Trommel *T* gelegen) festgelegt. Die Endpunkte derselben ergeben sich aus der Höhe der bei der Marke fortgelassenen Kopfscheibe. Die kleine Figur ist in ihren Grössenverhältnissen der Wirklichkeit entsprechend eingravirt. Die der militärischen Brust-, Rumpf- und Kniescheibe entsprechenden Marken sind auf der Figur durch drei besondere Striche erklärt.

Für die ganze menschliche Figur ist eine mittlere Grösse angenommen. Die aus der verschiedenen Grösse des Gegners entspringenden Fehler sind im ungünstigsten Falle vielleicht auf 10 % anzuschlagen und werden *in praxi* weit geringer sein, da man in den meisten Fällen eine grössere Zahl von Einzelzielen nur beschiessen wird, deren Mittelgrösse, auf die man mit dem Instrument einstellt, vom normalen Werth nur wenig abweichen wird. — Sollte es sich zeigen, dass der Gegner im Durchschnitt eine etwas andere Grösse hat, als wie sie beim Graduiren des Instrumentes angenommen ist, so kann man durch eine kleine Drehung der Trommel *T* auf der Axe des Zylinders *C* und darauffolgende Festklemmung mittels des Schraubenkopfes *K* das Instrument ohne weitere Aenderungen auch für die neue Normalgrösse in gewisser Annäherung einrichten.

Das Instrument ist bequem und schnell zu handhaben und kann vermöge seiner Kleinheit in jeder Tasche getragen werden. Der Objektivkasten ist in der Figur in $^2/_3$ der wirklichen Grösse gezeichnet.

Der Fernrohrtubus hat einen Durchmesser von 3,5 *cm*. Die Länge des ganzen Instrumentes ist im zusammengeschobenen Zustand 15 *cm*. Die Innenweite des Objektivs beträgt 25 *mm*. Die gegenseitige Verschiebung der beiden Objektivhälften beträgt stets weniger als 1 *mm*, bei den mittleren Entfernungen (500 *m*), und bei Einstellung auf ganze Figur ist sie 0,5 *mm*.

Auf der Nullstellung, d. h. bei optisch identisch liegenden Objektivhälften, kann das Instrument als Rekognoszirungsfernrohr benutzt werden.

Der Mechanismus ist von der Firma Bartels & Diedrichs in Göttingen gut hergestellt.

Die Genauigkeit der gewonnenen Resultate hängt in gewissem Grade von der Uebung des Beobachters ab und der Beleuchtung des Zieles. Ich selbst fand bei der praktischen Anwendung die Fehler von 5 bis 8 % schwankend. Diese Grösse derselben, welche hauptsächlich von Einstellungsfehlern und nicht von Abweichungen der benutzten Zielhöhen herrührt, wird erheblich verringert werden, wenn ein Objektiv von grösserer Brennweite gewählt wird, welches auch zugleich eine grössere Oeffnung besitzt.

Zum Schluss theile ich eine Beobachtungsreihe mit, die bei hellem Wetter gemacht ist. Zielhöhe war ganze Figur:

Auf der Entfernung 400 *m* ergaben drei Einstellungen des Instruments: 400, 410, 410. In 600 *m* Entfernung: 580, 600, 620. In 800 *m* Entfernung: 830, 780, 790, 820.

Anm. d. Red. Ein auf demselben Prinzip beruhendes Instrument hat als Entfernungsmesser in den 60er Jahren der Universitätsmechanikus E. Rekoss zu Königsberg i. Pr. konstruirt und ausgeführt. Dasselbe unterschied sich von dem vorbeschriebenen dadurch, dass unseres Wissens nur die eine Objektivhälfte bewegt wurde, während die andere feststand. Für den Ge-



brauch hatte Rekoss Tabellen auf Grund von direkten Messungen entworfen, welche er auf geraden und ihrer Länge nach bekannten Bahnstrecken unter Zuhilfenahme von Zielen genau bekannter Grösse ausgeführt hatte.

Gegen die allgemeine Verwendbarkeit im Felde führten seiner Zeit Fachleute gerade die starken Abweichungen der benutzbaren Zielobjekte an und es scheint, als ob Verfasser den Einfluss dieser Fehlerquelle unterschätzt. Das von Rekoss ausgeführte Probeinstrument ist aus seinem Nachlass durch Herrn Direktor Dr. H. Albrecht seiner Zeit für die Gewerbeschule in Königsberg erworben. Nach deren Auflösung sind die Sammlungen an verschiedene königliche Schulanstalten der Provinz vertheilt worden. Welcher Anstalt dabei das in Rede stehende Instrument zugetheilt wurde, hat die Redaktion nicht in Erfahrung bringen können.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Einige Bemerkungen über die Fundstätten des isländischen Doppelspaths.

Von **Th. Thoroddsen.**

Seinen früheren Nachrichten über die Fundstätten des isländischen Doppelspaths (vgl. *diese Zeitschrift 1889. S. 224*) hat Th. Thoroddsen neuerdings in den *Geol. Fören. Förhandl. Stockholm 1890.* ***12.*** *Heft 4* weitere interessante Mittheilungen hinzugefügt. Dieselben wiederholen zum Theil das früher über die Hauptfundstätte bei Helgustadir Gesagte, geben aber weitere Einzelheiten über den bisherigen Betrieb derselben und enthalten ausserdem Mittheilungen über eine zweite Fundstätte im westlichen Island.

Ueber die bisherige Ausbeutung der Grube von Helgustadir sagt Thoroddsen:

„Seit der Mitte des 17. Jahrhunderts ist der Doppelspath in kleinen Quantitäten aus Island ausgeführt worden, doch fand kein regelmässiger Betrieb vor der Mitte dieses Jahrhunderts statt. Jeder nahm, was ihm gut dünkte, ohne nach der Berechtigung dazu zu fragen. Nachdem Bartholin im Jahre 1669 die merkwürdige doppelte Strahlenbrechung des Spaths entdeckt hatte, liess König Friedrich III. einen Bruch auf Doppelspath vornehmen. Im Jahre 1850 begann man zuerst die Mine ernstlich zu bearbeiten, indem der Kaufmann T. F. Thomsen aus Seydisfjord mit dem Priester Th. Erlendsson, dem drei Viertel des Hofes Helgustadir gehörte, einen Vertrag behufs Brechen von Spath abschloss; 1854 miethete der Faktor H. H. Svendsen am Eskifjord Pastor Erlendsson's Antheil für 10 Rdr. jährlich und den Vierteltheil der Regierung für 5 Rdr. Svendsen liess die Mine mit guter Ausbeute bis 1862 bearbeiten, als der Kaufmann Tullinius am Eskifjord, der selbst Miteigenthümer geworden war, den Regierungsantheil mit 100 Rdr. für die fünf ersten Jahre, mit 20 Rdr. für die folgenden 4 Jahre und für 100 Rdr. das letzte Jahr 1872 miethete, in welchem ihm die Regierung seinen Antheil am Boden und der Mine für 16000 Rdr. abkaufte. Seitdem wurde die Grube nicht betrieben, ausser durch einen Probebruch im Sommer 1882; nur ab und zu wurde auf Veranlassung der Regierung einiger Doppelspath gebrochen. Kaufmann Tullinius hatte das letzte Jahr, in dem er die Grube gemiethet hatte, mit fieberhafter Hast möglichst viel Doppelspath brechen lassen, so dass er mit einem bedeutenden Vorrath versehen war."

Sehr wichtig sind die Mittheilungen Thoroddsen's über eine zweite Fundstätte des seltenen Minerals:

In einer Schlucht bei Djúpidalur am Djúpifjördur im westlichen Island bemerkt man Zeichen einer Menge von Gängen und Alles weist darauf hin, dass diese Stätte einmal vor Zeiten im grossen Maassstab der Wirksamkeit der vulkanischen Kräfte ausgesetzt war. Inmitten der Basaltgänge ist der Fels von einer Menge feiner Spalten durchsetzt, die mit verschiedenen Mineralien angefüllt sind, Kalkspath, Quarz und Zeolith (besonders Desmin, Chabosit und Heulandit). Die Basaltbänke sind an den meisten Stellen sehr niedergeworfen und haben im Ganzen eine Neigung von 3 bis 4° nach der Breitenbucht hinab; hier und da scheint es jedoch, dass verschiedene lokale Störungen vorgekommen sind, so dass einzelne Theile in den Basaltgängen gesenkt und verändert wurden.

Beim Verfolgen der westlichen Küste des Fjordes fand ich während meiner Reise im Sommer 1886 am Strande viele kleine Stücke Doppelspath. Höher aufwärts an dem steilen Felsen sah ich einige weissliche Flecken, glaubte, dass die Stücke daher stammen müssten und kletterte hinauf, fand aber leider nur halbverwitterten Mandelstein, welcher mit Zeolith und Kalk ausgefüllt war. Ich wurde indessen bald auf eine Schlucht oberhalb der Felsenreihe aufmerksam, woraus ein Felsbach im Frühjahr herabströmt, und in welcher sich der Doppelspath findet. Von der See aus kann man in der Schlucht einen weissen Streifen sehen, der sich über den Fels hin erstreckt. Eine Spalte in dem Fels ist in der Vorzeit mit Kalkspath ausgefüllt and dieser hat sich an den Wänden abgesetzt und endlich alle Sprünge ausgefüllt. Dieser Kalkspathgang hat die Richtung N. 8° W.; er kommt zu Tage etwa 100 *m* über dem Meer und hat hier eine Mächtigkeit von 1 bis 1,7 *m*. Ich folgte ihm bis 150 *m* Höhe, konnte aber wegen der steilen Felsen nicht weiter kommen. Der Gang scheint sich jedoch noch weiter über jenen Felsen mit wechselnder Mächtigkeit fortzusetzen. Wo der Kalkspath zu unterst im Felsen als Grus auftritt, hat er nur eine unbedeutende Mächtigkeit und die Gänge zeigen im Anfang kaum bis zu 1 *dm* dicke Kalkspathstreifen, welche durch 6 *dm* bis 1 *m* grünlichen zersetzten Basalt getrennt sind, der mit sehr feinen Kalkspathhaaren durchmengt ist. Bald wächst der Kalkspath an Mächtigkeit und die Gänge verbreiten sich in eine Menge von Spalten, welche sich wechselweise sammeln und vereinigen. Einzelne Stellen lösen sich in einen Schwarm von kleinen kalkgefüllten Rissen mit dazwischenliegendem zersetzten grünlich-grauen Basalt auf und haben hierbei zuweilen eine Breite von 3 bis 5 *m*. Wenn ein Gang an den Stellen, wo er sich zu einem Netz von Kalkspathspalten verbreitert, schräg durchschnitten würde, würde der so entstehende Schnitt in geringerem Maasse ungefähr dasselbe Ausehen wie der Boden der Doppelspathbrüche zu Helgustadir zeigen. Nicht jede Stelle der Klüfte ist ganz ausgefüllt worden, so dass ein leerer Raum in der Mitte bleibt, und hier haben sich die grossen Kalkspath-Rhomboëder und Skalanoëder am besten entwickeln können. Die einzelnen Krystalle haben einen Durchmesser von 5 bis 10 *cm*. Ebenso wie in Helgustadir sind die Krystallzusammenfügungen mit Reihen und Kränzen von Desmin besetzt. Ungefähr 130 *m* über dem Meere durchschneidet der Kalkspathgang einen anderen kleineren Gang mit der Richtung N. 31° O., der ebenfalls mit Kalk und Zeolith, besonders Lamnoetit ausgefüllt ist. Der Kalkspath, der an dieser Stelle an die Oberfläche tritt, ist ebenso wie in Helgustadir zum grössten Theil für den optischen Gebrauch untauglich, aber einzelne helle und reine Stücke finden sich doch dazwischen. Man kann keine bestimmte Meinung darüber haben, wie weit dieser Kalkspathgang von praktischem Nutzen werden kann, bevor er genauer untersucht ist, und man einen Versuchsbruch vorgenommen hat, doch scheint er bedeutend hinter dem Doppelspathbruch bei Helgustadir zurückzustehen."

Referate.

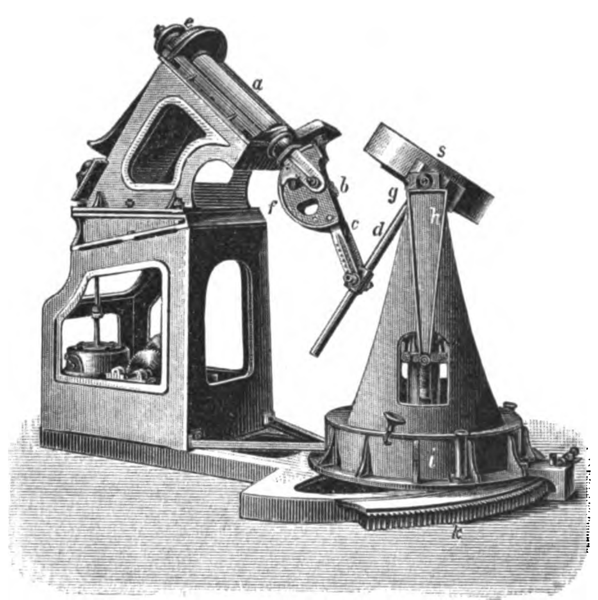
Neuer Heliostat.

Von Sir H. Grubb. *Engineering.* ***49.*** *S. 592. (1890.)*

Der Heliostat hat bekanntlich den Zweck, die Strahlen der Sonne, während diese selbst am Himmel ihre Bahn beschreibt, immer nach derselben Richtung hin zu reflektiren. Hinsichtlich der Konstruktion lassen sich zwei Typen unterscheiden, Heliostaten mit zwei Spiegeln und solche mit einem Spiegel. Bei den ersteren wird der Lichtstrahl von dem einen Spiegel in die Polaraxe reflektirt und sodann mittels eines zweiten Spiegels in die für die Untersuchung gewünschte Richtung; bei den anderen, welche wegen des Fortfalles einer Reflexion mit weniger Lichtverlust funktioniren, kommen wieder verschiedene Konstruktionen vor. Bei den August'schen Heliostaten geht die Polaraxe durch die Ebene des Spiegels, und ein Uhrwerk dreht den letzteren innerhalb 48 Stunden einmal um dieselbe herum. Hat man das Instrument einmal eingestellt, so wird, da bei der Reflexion

das Bild immer den doppelten Winkel des Spiegels beschreibt, der reflektirte Strahl immer dieselbe Richtung beibehalten. Der August'sche Heliostat hat aber, wie man leicht sieht, den grossen Nachtheil, dass die Richtung, welche man dem reflektirten Strahl geben kann, eine sehr beschränkte ist. Von diesem Mangel frei, dafür aber auch komplizirter, sind die in allem Wesentlichen übereinstimmenden Konstruktionen nach Silbermann, Fuess, Foucault u. A.

Einen Heliostaten letzterer Art hat Verfasser für das *Smithsonian Institut* in Washington gebaut, welcher sich hauptsächlich durch ein sicheres Funktioniren auszeichnen soll, was sonst bei den Heliostaten, namentlich für gewisse Stellungen des Spiegels, häufig nicht der Fall ist. Zu diesem Zweck ist das Instrument mit einem sehr kräftigen, für die Bewegung eines zwölfzölligen Refraktors hinreichenden Uhrwerk versehen, an dem noch zur Erzielung eines bis auf 0,025 Sekunde genauen Ganges die automatische Kontrol- und Korrigirvorrichtung angebracht ist, welche vom Verfasser bei den für die Himmelsphotographie gebauten Fernrohren angewandt und in *dieser Zeitschr. 1888, S. 328*, beschrieben worden ist.



Die Polaraxe *a*, welche vom Uhrwerk innerhalb 24 Stunden einmal herumgedreht wird, trägt an ihrem unteren Ende die senkrecht zu ihr stehende Deklinationsaxe *b*, um welche sich das oben mit einer Kreistheilung versehene, unten in eine Gabel auslaufende Stück *c* dreht. In der Gabel befindet sich eine Hülse, in welcher der auf der Rückseite des Spiegels *s* normal befestigte und daher in der Verlängerung des Einfallslothes liegende Stab *d* gleitet. Die Entfernung zwischen der Deklinationsaxe und der Mitte des Spiegels muss gleich der Entfernung zwischen der Deklinationsaxe und der Hülse sein.

Ist die Polaraxe justirt und der Stundenkreis *e* und Deklinationskreis *f* eingestellt, so fallen die Sonnenstrahlen parallel zu *c* auf den Spiegel und werden in der Richtung: Deklinationsaxe-Spiegelmitte reflektirt. Diese Richtung wird während der Bewegung der Sonne wegen der vorhin erwähnten Gleichheit der beiden Entfernungen immer dieselbe bleiben, wie sich durch eine einfache Ueberlegung ergiebt.

Der nahezu einen halben Meter im Durchmesser haltende Spiegel ruht mit seinen Zapfen in zwei Lagern; in diesen liegt er jedoch nur mit dem zehnten Theil seines Gewichtes, zu neun Zehnteln lastet er mit den Friktionsrollen *g*, von denen in der Figur nur eine sichtbar ist, auf den Sektoren *h*, welche Friktionsrollen von 0,6 *m* Halbmesser vertreten. Während hierdurch die leichte Beweglichkeit des Spiegels um seine horizontale Axe ermöglicht ist, wird sie im Azimuth dadurch bewirkt, dass der etwa 100 *kg* wiegende Unterbau des Spiegels zu neun Zehnteln von Quecksilber getragen wird, welches sich in dem Behälter *i* befindet; nur mit einem Zehntel seines Gewichtes lastet er also auf dem Unterstützungspunkt, um welchen er sich bei azimuthaler Bewegung des Spiegels dreht.

Besonders hervorzuheben ist, dass dem reflektirten Strahl, welcher in der Regel, wie aus der Figur ersichtlich, horizontal und nach Süden gerichtet ist, sowohl eine vertikale als auch eine horizontale Verschiebung ertheilt werden kann, was bei spektroskopischen Untersuchungen oft erwünscht ist. In vertikaler Richtung wird der Strahl verschoben da-

durch, dass der den Spiegel und die Sektoren tragende Rahmen durch eine Schraube erhöht oder erniedrigt wird. Behufs horizontaler Verschiebung des Strahles dagegen wird der ganze Unterbau des Spiegels sammt dem Quecksilbergefäss um einen vertikal unter der Deklinationsaxe liegenden Punkt als Zentrum etwas nach rechts oder links gedreht. Steht die Sonne gerade im Meridian, so genügt allerdings auch eine Aenderung der Rektaszensions- und Deklinationseinstellung, um eine horizontale bezw. vertikale Verschiebung des reflektirten Strahles zu bewirken. Alle diese Feinbewegungen können vom Beobachter von seinem Sitze am Instrument aus vorgenommen werden. Endlich ist noch eine Einrichtung getroffen, um den reflektirten Strahl von seiner Richtung nach Süden bis zu 45° nach West oder Ost abzulenken. Durch eine Schraube ohne Ende wird dann der Unterbau des Spiegels um den vorhin bereits erwähnten vertikal unter der Deklinationsaxe liegenden Punkt längs der Zahnreihe *k* hin bewegt.

Der Heliostat ist zur Benutzung für ein grosses Spektroskop bestimmt, das in 15 *m* Entfernung von ihm aufgestellt ist. *Kn.*

Ueber die Herstellung intensiver magnetischer Felder.

Von J. Stefan *Wied. Ann.* **38.** *S. 440. (1889).*

Der Verfasser beweist durch Rechnung, dass man bei einem Ruhmkorff'schen Magneten die Intensität des magnetischen Feldes ohne Aenderung der axialen Ausdehnung des letzteren dadurch verstärken kann, dass man nicht Flachpole anwendet, sondern indem man den Enden der Schenkel die Form von abgestumpften Kegeln giebt, „derart dass die Erzeugungslinien der beiden Kegelflächen durch den Mittelpunkt des Feldes gehen und mit seiner Axe einen Winkel bilden, dessen Tangente $= \sqrt{2}$ ist (54° 44′)“.

Bei der Rechnung ist vorausgesetzt, dass das Eisen bis zur Sättigung magnetisirt ist.

Bedeutet $2a$ die Entfernung der beiden Polflächen, r den Radius der Eisenkerne, und ist $r = 20a$ so verhält sich die Feldintensität im Mittelpunkt des Feldes bei konischen Polen zu der bei Flachpolen wie 1,442 : 0,95. Das Feld zwischen den konischen Polen ist allerdings nicht so homogen wie das zwischen Flachpolen.

Zum Schlusse wird noch das Feld zwischen durchbohrten Polstücken, wie sie zu magnetoptischen Versuchen gebraucht werden, diskutirt. *Lck.*

Feldstärkemessungen an einem Ruhmkorff'schen Elektromagneten.

Von Dr. P. Czermak *und* Dr. V. Hausmaninger. *Sitz-Ber. der K. Akademie d. Wissensch. in Wien. Math.-Naturw. Klasse* **98.** *Abth. II. Juli 1889.*

Wenn man an die Schenkel eines Elektromagneten Polschuhe ansetzt, so wird der sogenannte magnetische Widerstand an der Ansatzstelle vergrössert, weil die Kraftlinien zum Theil wenigstens eine wenn auch sehr dünne Luftschicht durchdringen müssen. Es ist für die physikalische wie elektrotechnische Praxis von Interesse, zu erfahren, wie gross die aus dem vermehrten Widerstand resultirende Abnahme der Feldstärke ist.

Die Beantwortung dieser Frage hängt wesentlich von der Gestalt des zu untersuchenden magnetischen Systems ab. Die Verfasser machen Messungen an einem Ruhmkorff'schen Elektromagneten, der von Hartmann & Braun gebaut war. Jeder der beiden horizontal liegenden Schenkel ist bei dieser Anordnung bekanntlich auf der eisernen Grundplatte verschiebbar, so dass der Raum zwischen den Endflächen der Schenkel, das magnetische Feld, leicht verlängert oder verkürzt werden kann.

Zur Messung der Feldstärke wurde ein aus einer Windung bestehender Induktionsring benutzt, welcher die Untersuchung sehr schmaler Felder erlaubt. Auf einem Glimmerblatt von 0,1 *mm* Dicke ist der aus 0,2 *mm* starkem Silberdraht genau kreisförmig gebogene Induktionsring mit einer dünnen Schellackschicht aufgekittet. Der Kreis ist natürlich nicht metallisch in sich geschlossen, sondern die geradlinigen Zuleitungen, aus demselben Silberdraht bestehend, sind genau hintereinander, der eine auf der Vorderseite, der andere auf der Rückseite des Glimmerblatts nach aussen geführt, so dass sie für die Kraftlinien,

die senkrecht durch den Ring treten, keine Fläche einschliessen. An der Stelle, wo der Induktionsring in die Zuleitungen übergeht und die eine Zuleitung durch das Glimmerblatt hindurchtritt, ist zur Isolation ein Stückchen Glimmer zwischengeschoben. Um den Induktionskreis rasch aus dem Feld bewegen zu können, ist das Glimmerblatt mit Hartgummistücken an einem Hebel befestigt. Die Stromzuführung zu den beiden Enden des Silberdrahts ist mit Hilfe von zusammengedrehten Drähten bewerkstelligt, so dass die in Rechnung kommende Windungsfläche nur die genau messbare des Rings ist. Die Dicke der sehr praktischen Vorrichtung beträgt 0,4 *mm* und kann also für die Messung sehr schmaler Felder Verwendung finden.

Die Messungen wurden in der Weise ausgeführt, dass der Ausschlag in einem Galvanometer beobachtet wurde, der durch das schnelle Herausbewegen des Induktionsringes aus dem Feld entstand. In demselben Galvanometer konnte durch einen Erdinduktor ein Induktionsstoss erzeugt werden. Da die Horizontalintensität an dem Ort des Erdinduktors und die Windungsfläche desselben, sowie die des oben beschriebenen Induktionsringes bekannt waren, konnte die Feldintensität des Elektromagneten leicht bestimmt werden.

Die Resultate der Messungen waren die folgenden:

Das Magnetfeld war stets am stärksten, wenn keine Ansatzstücke an die Enden des Schenkeleisens angeschoben waren. 10 *cm* lange zylindrische Polschuhe drückten die Feldintensität um 4,5% herab, wenn die Magnetisirungsspiralen bis nahe an die Enden der Polschuhe vorgeschoben waren. Es war jedoch keine Aenderung mehr zu merken, wenn anstatt der 10 *cm* langen Ansatzstücke je zwei von 3 und 7 *cm* Länge bei dem gleichen Querschnitt angewandt wurden. In dem letzten Fall war also in jedem Magnetschenkel eine Schnittfläche mehr vorhanden, die keinen merklichen Einfluss mehr hatte. Bei diesen Beobachtungen variirte die Länge des Feldes von 1 bis 0,1 *cm*. Um zu sehen, wie dick eine solche transversale Trennungsschicht sein muss, um die Feldintensität merklich herabzudrücken, wurden bei einer Poldistanz von 0,5 *cm* und Stromstärken von 4 bis 14 *Ampère* Stanniolblätter eingefügt, so dass eine Trennungsschicht von etwa 0,2 *mm* entstand; hierdurch wurde die Feldstärke nur um 5% herabgedrückt. Diese Resultate gelten, wie die Verfasser wiederholt hervorheben, zunächst allein für die von ihnen benutzte Form eines Elektromagneten.

Ferner machen die Verfasser auch Messungen mit Polstücken, welche die Form eines Kegelstumpfes haben (Vgl. das vorhergehende Referat). Die von Stefan gegebene Formel wird für Voraussetzungen, die in der Praxis leichter realisirbar sind, erweitert. Die beobachteten Resultate stimmten mit den berechneten wohl aus dem Grunde nicht überein, weil das Eisen trotz der angewandten hohen magnetisirenden Kraft noch nicht gesättigt war. Die Messungen ergaben aber jedenfalls das Resultat, dass bei konischen Polen die Feldintensität um etwa 60% grösser ausfallen kann als bei Flachpolen. Die höchste erreichte Feldstärke betrug bei einer Poldistanz von 0,1 *cm*:

Für konische Pole . . .	28760	C. G S. Einheiten.
„ Flachpole	17090	

Lck.

Gasvolumeter (Apparat zur Ersparung aller Reduktionsrechnungen bei Ablesung von Gasvolumen).

Von G. Lunge. *Chem. Ber.* **23.** *S. 440.* *(1890.)*

Bei gasvolumetrischen Analysen fester und flüssiger Körper kann die Reduktion auf Normaltemperatur und Normaldruck mit Hilfe des Lunge'schen Nitrometers (*diese Zeitschr. 1885, S. 321*) oder des Apparates von Winkler (*diese Zeitschr. 1886, S. 21*) mittels einer Ablesung am Reduktionsapparate und einer Division ausgeführt werden. Um auch diese Rechnung zu vermeiden und zugleich durch möglichste Annäherung des Reduktionsapparates an das Gasmessrohr die Gleichheit der Temperatur in beiden zu sichern, verbindet Verfasser das untere Ende des Gasmessrohres durch ein gläsernes oder eisernes Dreischenkelrohr und Kautschukschläuche mit den unten ausgezogenen Enden eines Reduktions-

rohres und einer einfachen oben offenen Röhre (Druckrohr). Als Sperrflüssigkeit dient Quecksilber. Das Reduktionsrohr stimmt mit dem oben erwähnten Lunge-Winkler'schen Reduktionsapparate überein. Die im oberen Theil befindliche Erweiterung, unterhalb deren sich der Theilstrich 100 *ccm* befindet, kann zylindrisch oder kugelförmig und oben durch einen Hahn oder eine zugeschmolzene Kapillare geschlossen sein; die Theilung setzt sich nach abwärts bis 130 *ccm* fort. Zur Verbindung der drei Röhren empfiehlt der Verfasser Kautschukschläuche von $4^1/_2$ *mm* Wanddicke und $4^1/_2$ *mm* Lichtweite, welche sich auf Röhren von über 10 *mm* Durchmesser aufziehen lassen und ohne Drahtverschnürung festsitzen. Die drei Röhren werden an einem Stativ am besten durch starke Federklemmen festgehalten. Als Gasmessrohr kann ein Nitrometer oder irgend ein anderer Gasmessapparat dienen. In das Reduktionsrohr bringt man ein für alle Male ein Luftvolumen, welches in trockenem Zustande bei Normaldruck und Normaltemperatur genau 100 *ccm* einnimmt, und dazu ein Tröpfchen Wasser oder konzentrirte Schwefelsäure, je nachdem die zu messenden Gase mit Wasserdampf gesättigt oder trocken sind. Die Analyse wird in gewöhnlicher Weise mittels des Messrohres und des Druckrohres ausgeführt. Nach Abkühlung auf Zimmertemperatur werden dann das Reduktionsrohr und das Druckrohr so eingestellt, dass die Luft im Reduktionsrohr bis zum Theilstrich 100 reicht und dieser etwas höher steht als das Quecksilberniveau im Messrohr. Endlich zieht man gleichzeitig das Reduktionsrohr und Druckrohr in ihren Federklemmen herunter, bis die Quecksilberoberflächen im Mess- und Reduktionsrohr genau gleich hoch stehen. Die Ablesung am Messrohr giebt dann unmittelbar das Volumen des trockenen Gases bei 0° und 760 *mm* Druck. Für spezielle Zwecke kann die Volumentheilung geradezu durch eine Theilung ersetzt werden, welche Milligramme des betreffenden Gases angiebt.

Für die Stickstoffbestimmung nach Dumas wird ein längeres Messrohr genommen, welches in der Mitte ein Ansatzrohr zum Einleiten der Kohlensäure und des Stickstoffs und oben einen Trichteraufsatz mit Hahn wie beim ursprünglichen Nitrometer (also einen Hahn mit einer zentralen und einer axialen Bohrung, welche gestatten, den Trichter oder die Röhre mit der äusseren Luft oder beide mit einander zu verbinden) besitzt. Das Rohr fasst vom Hahn bis zum mittleren Ansatz 50 *ccm* und ist in *ccm* oder in *mg* Stickstoff getheilt. Vor Beginn der Operation hebt man das Druckrohr so weit, dass das Messrohr ganz mit Quecksilber gefüllt ist, und bringt dann durch Eingiessen in den Trichter und Senken des Druckrohres 50 *ccm* Kalilauge in das Messrohr. Die anfangs aus dem Verbrennungsrohr entweichende Luft wird durch den Hahn entfernt In das Reduktionsrohr kommt statt des Wassers ein Tröpfchen Kalilauge. Bei der Endeinstellung muss natürlich der Druck der Kalilauge im Messrohr berücksichtigt werden. Nimmt man immer dieselbe Menge Lauge von demselben spezifischen Gewicht (am besten 1,36, ein Zehntel von dem des Quecksilbers), so kann man ein für alle Mal am Reduktionsrohr den Punkt markiren, der mit der Quecksilberkuppe im Messrohr koinzidiren muss. *Wgsch*

Laboratoriumsapparate.

Von A. Burgemeister. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **28.** *S. 676 (1889).*

1. Gasentwicklungsapparat. Der das Gas liefernde feste Körper kommt in eine unten etwas weitere Röhre (Lampenzylinderform). Diese ist oben durch einen Stopfen mit Gasentbindungsrohr geschlossen, unten durch einen doppelt durchbohrten Stopfen; durch die eine Bohrung geht ein kurzes, oben nicht über den Stopfen hervorragendes Rohr, durch die andere ein innen etwas längeres Rohr, welches aussen sich nach aufwärts biegt und bis zu $^3/_4$ der Höhe des Lampenzylinders reicht. Das Ganze hängt in dem Säuregefäss. Die leichtere frische Säure fliesst durch das gebogene längere Rohr in das Zersetzungsgefäss, die Salzlösung läuft durch das kurze Rohr ab.

2. Filtrirapparat. Verf. zieht es auch bei Filtrationen mit der Pumpe vor, das Filtrat in ein Becherglas laufen zu lassen. Dieses steht daher unter einer tubulirten Glocke auf einer starken Glasplatte. Der Tubulus ist durch einen doppelt durchbohrten



Stopfen geschlossen, durch den das zur Pumpe führende Rohr und ein langhalsiger Trichter gesteckt sind. Die Trichterröhre ist unten schräg abgebogen und liegt an der Wand des Becherglases an.

3. Schwefelwasserstoffapparat. Um beim Brugnatelli'schen Apparat die Vermischung der Eisenchlorürlösung mit der frischen Salzsäure zu verhindern, schneidet Verf. das Zuführungsrohr für die Salzsäure dicht unter dem Kork der Woulff'schen Flasche ab. *Wgsch.*

Neuer Kaliapparat.

Von S. Schiff. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **28.** *S. 679.* (*1889.*)

Der Apparat besteht aus vier Kugeln für Kalilauge, die in demselben Niveau liegen und wie die drei Kugeln des Geissler'schen Apparates eingerichtet sind, und einem darüber vertikal gestellten Röhrchen für festes Aetzkali, auf das mittels Glasschliffes die Austrittsröhre aufgesetzt ist. Die Kugeln befinden sich in der unteren, die Kaliröhre in der oberen Hälfte eines durch eine Scheidewand getheilten Glasmantels, der die zerbrechlichen Theile schützt und dem Ganzen Stabilität verleiht. Der Eintritt des Gases in die erste Kugel erfolgt durch die obere Hälfte des Glasmantels, an die zu diesem Zwecke eine Röhre angeschmolzen ist. *Wgsch.*

Trockenschrank.

Von D. Sidersky. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **29.** *S. 280.* (*1890.*)

Verfasser beschreibt einen Wassertrockenschrank von zylindrischer Form, der mit einer dicht schliessenden Thür und den nöthigen Hähnen und Röhren zum Evakuiren des Innenraumes und zum Einleiten trockener Luft versehen ist. Zur Dichtung der Thür verwendet er Kautschuk. *Wgsch.*

Ueber den Lichtverlust in sogenannten durchsichtigen Körpern.

Von Dr. H. Krüss. *Abhandl. d. Naturwiss. Vereins in Hamburg. XI. Heft 1.*

Die Abhandlung ist hauptsächlich eine Zusammenstellung der für die Praxis wichtigen Gesetze und Versuchsergebnisse über die Reflexion und Absorption bei durchsichtigen Medien. Ihr eigentlicher Zweck ist, dem Chemiker, der sich mit quantitativer Spektralanalyse beschäftigt, in möglichst elementarer und übersichtlicher Darstellung die nothwendigen physikalischen Thatsachen vorzuführen. Ist die Abhandlung so für den Chemiker, dem die vorgetragenen Dinge ferner liegen, von hohem Werth, so ist sie auch für den Physiker insbesondere durch die reiche Literaturangabe und die zahlreichen Tafeln, sowie durch die angeführten eigenen Versuche des Verfassers von Interesse.

Die Arbeit zerfällt in einen theoretischen und einen praktischen Theil. Der erstere beschäftigt sich zunächst mit dem Lichtverlust durch Reflexion. Es werden die Hauptresultate der Fresnel'schen Theorie gegeben und zum Theil hergeleitet. Eingestreut sind Tafeln, welche den Lichtverlust an einer Planfläche und an einer planparallelen Platte für Glas von verschiedenen Brechungsindizes und für einige Flüssigkeiten bei verschiedenen Einfallswinkeln angeben. Sodann sind einige spezielle Fälle behandelt, die bei der praktischen Spektralphotometrie häufiger vorkommen. In dem zweiten kurzen Abschnitt wird das Absorptionsgesetz hergeleitet und in dem folgenden der Lichtverlust durch Reflexion und Absorption in einigen besonders einfachen Fällen besprochen. Auch hier sind einige Tafeln eingefügt.

In dem experimentellen Theil behandelt der erste umfangreiche Abschnitt die Absorption des Glases. Unter den zahlreichen angeführten Versuchen werden einige näher besprochen und einer Kritik unterworfen, so namentlich die Versuche von Vierordt. Letzterer bestimmte den Lichtverlust durch drei hinter einander gestellte möglichst farblose Flintglaswürfel von je 2 *cm* Dicke für 29 Stellen des Spektrums. Herr Krüss berechnet aus den angegebenen Zahlen unter der Annahme eines jedenfalls nahezu richtigen Brechungsindex den durch Reflexion entstehenden Lichtverlust und findet ihn in dem langwelligen Theile des Spektrums weit grösser als der Lichtverlust, den



deutschen Mechaniker und Optiker, und an viele Freunde der mechanischen Kunst ergangen. Zur Vorbereitung der geschäftlichen Thätigkeit und der geselligen Veranlassungen hat sich ein Ortsausschuss gebildet, bestehend aus den Herren:

J. F. Wessels in Bremen, Weide 15, Vorsitzender,
Senator Stadtländer in Bremen,
Dr. Bergholz in Bremen,
Mechaniker W. Ludolph in Bremerhaven,
Dr. Müller-Erzbach in Bremen,
Mechaniker A. Osenbrück in Bremen,
Dr. Schilling in Bremen,
Konsul H. Segnitz in Bremen,
Fabrikinspektor Wegener in Bremen,
Dr. Wellmann in Bremen.

Die Anmeldungen zur Theilnahme werden baldmöglichst an den Vorsitzenden des Ortsausschusses erbeten.

Die Zeiteintheilung ist die folgende:

Freitag, den 12. September, Nachmittags 4 Uhr: Sitzung des Vorstandes und der Kommissionen des Mechanikertages in der Börse. — Demnächst Abends 8 Uhr: Begrüssung der erschienenen Theilnehmer und gesellige Zusammenkunft mit Damen im Bremer Rathskeller.

Sonnabend, den 13. September, Vormittags 9 Uhr, im Konventsaale der Börse: Erste geschäftliche Sitzung. Zwangloses Mittagessen. — Nachmittags 3 Uhr: Zweite geschäftliche Sitzung. Nach Schluss der Sitzung: Besuch der nordwestdeutschen Gewerbe- und Industrie-Ausstellung. — Abends $^1/_2$9 Uhr: Zwangloses Zusammensein in der Architektenhalle (Ausstellung).

Sonntag, den 14. September, Vormittags 9 Uhr: Dritte geschäftliche Sitzung. — Nachmittags 4 Uhr: Festmahl in der Architektenhalle (Ausstellung). — Abends: Theilnahme an der Begrüssung der deutschen Naturforscherversammlung.

(Während der Sitzungen: Führung der theilnehmenden Damen durch Stadt und Ausstellung.)

Zur Verhandlung sind bis jetzt folgende Berathungsgegenstände angemeldet:

1. Die Organisation der deutschen Mechaniker und Optiker. Berichterstatter: Herr Dr. H. Krüss-Hamburg und Herr P. Stückrath-Friedenau.
2. Die Lehrlings- und Gehilfenfrage. Berichterstatter: Herr Prof. Dr. E. Abbe-Jena, bezw. Herr Dr. H. Krüss-Hamburg.
3. Die Einführung einheitlicher Schraubengewinde. Berichterstatter: Herr Direktor Dr. L. Loewenherz-Charlottenburg.
4. Die Sicherung günstiger Zollverhältnisse für die ins Ausland auszuführenden wissenschaftlichen Instrumente. Berichterstatter: Herr H. Haensch-Berlin.
5. Die Dezimaltheilung des Quadranten.
6. Die Beseitigung der Schwierigkeiten bei Beschaffung von Doppelspath. Berichterstatter zu 5 und 6: Herr Dr. A. Westphal-Berlin.
7. Die Schaffung eines Mechaniker-Kalenders. Berichterstatter: Herr Dr. J. Epstein-Frankfurt a. M.
8. Die Einführung einheitlicher Rohrdimensionen.
9. Die Stellung der deutschen Mechaniker und Optiker zur Patentgesetznovelle. Berichterstatter: Herr F. Hasslacher-Frankfurt a. M.

Der Vorstand des Deutschen Mechanikertages.

Die elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt des physikalischen Vereins zu Frankfurt am Main.

Die elektrotechnische Lehranstalt des physikalischen Vereins zu Frankfurt a/M., über welche wir schon mehrfach unseren Lesern berichtet haben, macht es sich bekanntlich zur Aufgabe, Präzisionsmechanikern, Monteuren und Werkführern das Maass von theoretischen Kenntnissen zu vermitteln, dessen sie zur verständnissvollen Ausführung ihrer Arbeiten nothwendig bedürfen. Hier soll jungen, strebsamen und praktisch vollkommen ausgebildeten Mechanikern Gelegenheit gegeben werden, Vorträge speziell über Elektrotechnik zu hören, das Ohm'sche Fundamentalgesetz gründlich kennen zu lernen und bei praktischen Uebungen im Mess- und Maschinenraume anzuwenden. Sie sollen weiter vertraut werden mit den einfacheren und wichtigeren Messmethoden über elektrischen Widerstand, Stromstärke und Spannung, mit jenen Messungen, welche ihnen in der praktischen Ausübung ihres Berufes täglich vorkommen und deren Kenntniss sie zur Erreichung von höheren Stellen in der Werkstatt befähigen.

Für den Lehrplan der Anstalt war kein Vorbild da. Er musste neu geschaffen werden. Das Hauptgewicht wurde auf die praktischen Uebungen gelegt (9 Stunden in der Woche). Die einzelnen Unterrichtsstunden, welche sich über alle Gebiete der Elektrotechnik erstrecken, sind so gehalten, dass sie sich gegenseitig zu einem wohlabgerundeten Ganzen ergänzen. Der Besuch sämmtlicher Unterrichtsstunden, sowie der Uebungen ist obligatorisch. Der Unterricht ist so gelegt, dass die Nachmittage frei bleiben und zu häuslichen Arbeiten oder zu Exkursionen benutzt werden können. Die Fächer, in welchen unterrichtet wird, sind folgende:

1. Ausgewählte Kapitel aus der Physik. 2. Allgemeine Physik. 3. Allgemeine Elektrotechnik: Entstehung und Verzweigung des elektrischen Stromes (Gesetze von Ohm und Kirchhoff), Wirkungen des Stromes und deren technische Verwendung. 4. Praktische Übungen: Stromstärke-, Spannungs- und Widerstandsmessungen, Aichungen, Messungen an Elementen, Dynamo-Maschinen, Glühlampen, Bogenlampen, Motoren, Isolationsprüfungen an Leitungen. 5. Dynamomaschinenkunde: Theorie der Stromerregung; Reihen-, Nebenschluss- und Verbund-Maschinen; Magnetischer Aufbau der Maschinen; Ring- und Trommelanker; Wechselstrom-Maschinen. 6. Elemente und Akkumulatoren: Vorgänge in Elementen, Schaltung, Messung; Elemente ohne und mit Depolarisation; Akkumulatoren, deren Wirkungsweise, Formation, Systeme, Betrieb. 7. Instrumentenkunde: Konstruktion der Galvanometer für schwache Ströme und ihre Ablesevorrichtungen, Widerstands-Messapparate; die technischen Galvanometer (Stromstärke- und Spannungsmesser), registrirende Apparate, Elektrizitätszähler, Einrichtung des elektrotechnischen Messraumes. 8. Telegraphie und Telephonie: Bau und Unterhaltung der Leitung, Apparate, Betrieb, Fehlerbestimmungen. 9. Signalwesen, mit besonderer Berücksichtigung der Eisenbahn-Signaltechnik. 10. Beleuchtungstechnik: Allgemeine Grundsätze der Beleuchtung, Lichtleitungen und deren Berechnung, Glühlampen, Bogenlampen, Apparate, Instrumente, maschinelle Einrichtungen, Montage, Betrieb und Unterhaltung von Lichtanlagen, Materialaufstellungen. 11. Motorenkunde: Wirkungsweise der Dampf- und Gasmotoren, Steuerung, Regulator, Leistung, Transmission, Dampfkessel. 12. Mathematik: Repetition der Algebra und Arithmetik mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse des physikalischen und elektrotechnischen Unterrichtes, Kreisberechnung, Trigonometrie; physikalische und technische Aufgaben. 13. Experimentalchemie: Einleitung in die Chemie. 14. Zeichnen: Zeichnen nach Apparaten, Instrumenten und Maschinentheilen; Installationszeichnungen. 15. Exkursionen: Besichtigung von Werkstätten und elektrotechnischen Betrieben. 16. Blitzableitertechnik: Theorie und Konstruktion der Blitzableiter, Untersuchung ausgeführter Anlagen. (14tägiger Spezialkursus.)

Der im Sommer 1889 abgehaltene erste Kursus der Lehranstalt nahm einen sehr zufriedenstellenden Verlauf. Es betheiligten sich am Unterrichte 13 Schüler

(2 hiesige, 11 auswärtige) und 5 Hospitanten; zum Blitzableiterkursus fanden sich noch fünf Sonderschüler ein: Zahlreiche Exkursionen (vierundzwanzig) nach elektrischen Fabriken, Laboratorien und Anlagen in der näheren und weiteren Umgebung der Stadt wurden unternommen: es wurde nichts versäumt, was dazu dienen konnte, den Blick der Schüler zu schärfen, ihren geistigen Gesichtskreis zu erweitern. Es steht so zu hoffen, dass die vom physikalischen Verein ins Leben gerufene Anstalt, die erste ihrer Art, für die Fortentwicklung der elektrotechnischen Industrie von nicht unwesentlicher Bedeutung sein wird. *Erw. S.*

Patentschau.

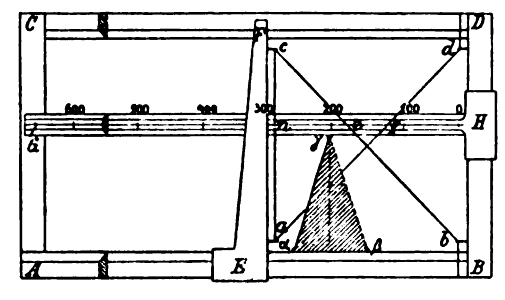
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Vorrichtung zur Bestimmung des Fettgehalts der Milch. Von N. G. Knut Husberg in Arboga, Schweden. Nr. 50988 vom 31. März 1889.

Diese Vorrichtung besteht in einem, einer Handspritze ähnlichen Glasgefäss, in welches die Milch, sowie Chemikalien in bestimmten Raumtheilen eingesaugt werden, worauf behufs Abscheidung des Fett- oder Buttergehalts der Milch die Flüssigkeiten durch Schütteln gemischt werden. Nachdem die Butter sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit gesammelt hat, befördert man erstere durch Einschieben des Kolbens *a* in die Messröhre *b* und bestimmt in letzterer die Höhe der Fettsäule mittels einer Skale.

Flächenmesser für Dreiecke. Von Otto Fennel in Kassel. Nr. 51037 vom 11. Juli 1889.

Der Flächenmesser für Dreiecke besteht aus einem rechteckigen Metallrahmen *ABCD*. Längs *AB* ist das Lineal *EF* verschiebbar, und längs *BD* gleitet das Lineal *GH*. Letzteres ist in der Mitte mit einer Längslinie versehen, welche den beiden abgeschrägten Kanten parallel läuft, und trägt ausserdem auf der oberen flachen Seite eine Theilung. An der nach rechts liegenden Seite des beweglichen Lineals *EF* sowie auch an der Innenkante des Rahmenstückes *BD* sind Nähnadeln befestigt, durch deren Oesen *abcd* ein sehr dünner Messingdraht hindurchgeführt ist. Dieser feine Draht ist an zwei Gummischnüren befestigt, welche an der Aussenseite des Rahmens liegen, so dass der Draht stets in Spannung bleibt, wie auch das Lineal *EF* verschoben wird.



Der Abstand zwischen den Nadelenden *ac* und *bd* beträgt 200 *m* in dem Maassstabe, in welchem die zu berechnende Figur gezeichnet ist. Die Theilung des Lineals *GH* steht in keiner Beziehung zu dem Maassstab der zu berechnenden Figur, jedoch muss ihr Nullpunkt in der Linie *b-d* liegen.

Um den Inhalt eines Dreiecks, z. B. den von $\alpha\beta\gamma$ zu bestimmen, legt man die Innenkante des Rahmenstückes *AB* an die Grundlinie $\alpha\,\beta$ und verschiebt das bewegliche Lineal *GH* so, dass seine untere Kante durch die Spitze γ des Dreiecks geht. Dann stellt man das — in der Kante eingeschriebene oder vorher ermittelte — Maass der Grundlinie an dem Faden *ac* bei *n* (durch Verschiebung des Lineals *EF*) auf der Theilung von *GH* ein. Hierauf liest man ohne Weiteres an dem Faden *cb* bei *e* den Inhalt des Dreiecks $\alpha\,\beta\,\gamma$ ab.

Die Patentschrift enthält noch die mathematischen Grundlagen des Instruments.

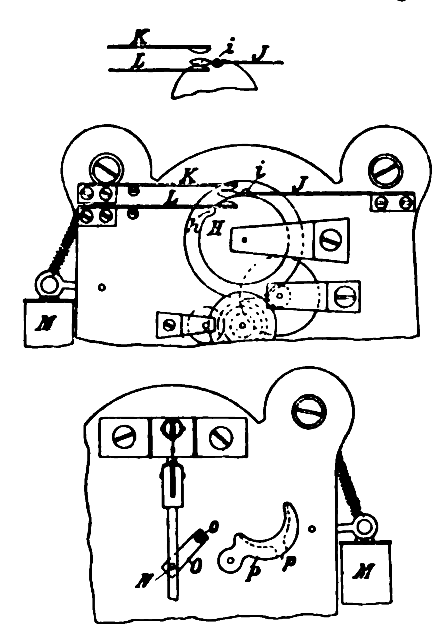
Neuerung an Bälgen für photographische Kamera. Von Th. R. Dallmeyer in London und F. Beauchamp in Remford, England. Nr. 49815 vom 16. März 1889.

Die Neuerung besteht darin, dass das Skelett für den Balg aus einem schraubenförmig gewundenen federnden Draht hergestellt wird, dessen allmälig kleiner werdende Windungen sich beim Zusammenschieben des Balges ineinander legen können. Das Skelett kann auch aus einzelnen Drahtrahmen bestehen, welche durch Ineinanderschieben oder durch Oesen miteinander verbunden werden.

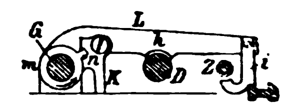


Elektromechanisches Stellwerk für Uhren. Von C. Alb. Mayrhofer in Berlin. Nr. 50746 vom 12. August 1889.

Die zu regelnde Uhr ist in eine elektrische Leitung eingeschaltet, welche für telegraphische oder ähnliche Zwecke dient und zugleich dazu benutzt wird, die Uhr, unter gleichzeitiger Ausschaltung des an die Leitung angeschlossenen Telegraphen-, Telephon- u. s. w. Apparates von einem entfernt liegenden Punkte aus zu stellen. Eine durch diese Uhr angetriebene Scheibe H mit Auskerbung h am Umfange steht mit den Kontaktfedern JKL und der an der Feder J befindlichen Rolle i dergestalt in Verbindung, dass beim Einliegen der Rolle i in der Auskerbung h der Elektromagnet M erregt und dadurch ein in der Uhr befindliches Laufwerk ausgelöst wird, welches den Hebel P in Umdrehung versetzt. Dieser ertheilt einem mit der Axe N des Minutenzeigers verbundenen Arm O eine bestimmte Stellung, indem Rolle o an dem genannten Arm von Hebel P erfasst und durch eine Nut p in demselben hindurchzugehen gezwungen wird.

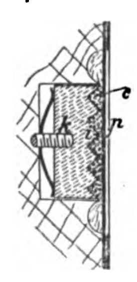


Neuerung an Phonographen mit parallel zur Phonogrammzylinderwelle bewegten Schreib- und Sprechwerken. Von Th. A. Edison in Llewellyn Park, Grafschaft Essex, New-Jersey, V. St. A. Nr. 51161 vom 7. Juni 1889.



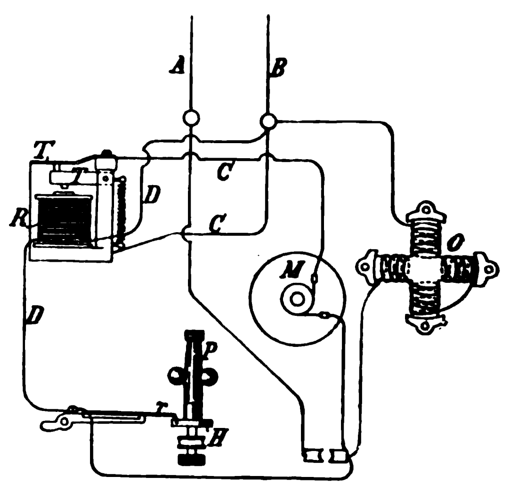
Um die seitliche Verschiebung des Instrumentenrahmens ohne Zurückbringung desselben in seine hintere Endstellung zu ermöglichen, ist am Arm L drehbar ein kleiner Arm K angehängt. Wird nun letzterer mittels der an der Hülse G festen Daumenscheibe mn senkrecht gestellt, so hebt sich der Arm L aus der Schraube Dh aus, ohne dass dabei der Finger i in die Umsteuerungsschraube Z eingelegt wird.

Spitzenmikrophon. Von Deckert & Homolka in Wien. Nr. 49938 vom 15. März 1889.



Um bei den Mikrophonen mit Kohlenpulver das Sacken der Kohlenkörner c zwischen den Spitzen oder Erhöhungen des das Kohlenpulver aufnehmenden Kohlenkörpers k zu verhüten und die Isolirung dieser Erhöhungen von der Membran p zu sichern, sind dieselben mit kleinen elastischen Pinseln i versehen.

Vorrichtung zum Unterbrechen des Ankerstromkreises von Elektromotoren bei Ueberschreitung der grössten Geschwindigkeit des Ankers. Von Th. A. Edison in Llewellyn Park, Grafschaft Essex, New-Jersey, V. St. A. Nr. 50256 vom 16. Oktober 1888.

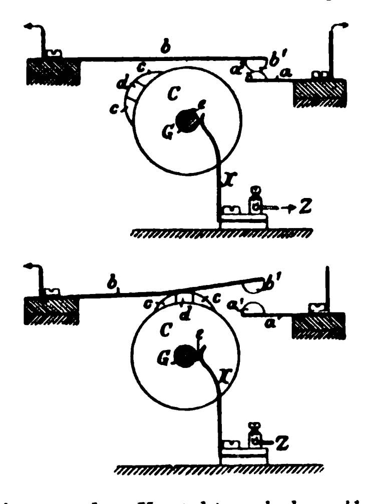


In den Arbeitsstromkreis AB sind der Anker M und der Feldmagnet O des Motors neben einander geschaltet. In den Ankerstromkreis C ist eine Unterbrechungsvorrichtung T geschaltet, welche durch einen Elektromagneten R bethätigt wird. Die Erregerspule des letzteren ist gleichfalls parallel in den Arbeitsstromkreis AB geschaltet, doch ist dieser Stromkreis D für gewöhnlich unterbrochen. Die Schliessung desselben erfolgt durch einen vom Motor aus angetriebenen Schwungkugelregulator P, dessen Hülse mit einer Scheibe H versehen ist, welche bei Ueberschreitung der grössten Geschwindigkeit zwischen zwei nebeneinander liegenden Kontaktfedern r eine leitende Verbindung herstellt, so dass der Elektromagnet R erregt wird und seinen Anker anzieht, der den Ankerstromkreis C unterbricht.

Verbesserungen an Schiffskompassen. Von A. Nörholm und T. C. Knudsen in Kopenhagen Nr. 50029 vom 10. März 1889. Kl. 42.

Um den Kompass ist ein Kreis von Eisenstäbchen angeordnet, welche auf beweglichen Trägern dergestalt gelagert sind, dass durch Senken dieser Träger einzelne der Eisenstäbchen auf feste Träger abgesetzt werden und eine Ringfläche mit radialen Stellungen gebildet wird, welche die durch die Lokalattraktion entstehende Deviation aufhebt.

Umschaltvorrichtung zur gleichzeitigen Unterbrechung einer grösseren Zahl elektrischer Leitungen behufs Entsendung eines elektrischen Stromes gleichzeitig durch sämmtliche Leitungen. Von C. Alb. Mayrhofer in Berlin. Nr. 50654 vom 12. August 1888.



Die Vorrichtung soll dazu dienen, eine grössere Anzahl von Leitungen (z. B. Telephonleitungen) gleichzeitig zu unterbrechen, um durch diese Leitungen nach entfernten Punkten (zu den Theilnehmern) gleichzeitig einen elektrischen Strom zu entsenden zum Zweck der Regulirung von Uhren, welche in die Leitung eingeschaltet sind. Durch ein Laufwerk wird die eine Walze *C* tragende Axe *G* in Umdrehung versetzt. Diese trägt einen Kontaktstift *e*, der bei jeder Umdrehung einmal mit einer an eine Elektrizitätsquelle *Z* angeschlossenen Kontaktfeder *X* in Berührung kommt. Die Theilnehmer sind für gewöhnlich mit der Kontaktstation durch Kontaktfedern *b* und *a* verbunden, welche mit ihren Kontaktknöpfen $b^1 a^1$ auf einander liegen. Die Walze *C* trägt eine durch zwei isolirende Schienen *c c* eingeschlossene Kontaktschiene *d*. Bei Drehung der Walze wird in gleichmässigen Zeiträumen durch die erste Isolirschiene *c* der Kontakt zwischen b^1 und a^1 unterbrochen, sodann durch die Kontaktschiene *d* eine leitende Verbindung zwischen der Elektrizitätsquelle *Z* und sämmtlichen Theilnehmerleitungen unter Vermittlung der Feder *X*, des Stiftes *e*, der Axe *G* und der Federn *b* hergestellt und schliesslich eine Unterbrechung dieser Verbindung durch die zweite Isolirschiene *c* und Wiederherstellung des Kontaktes zwischen $b^1 a^1$ bewirkt.

Taschenschublehre zum Messen von Dicken, Lochweiten und Tiefen. Von A. Carstens in Karlsruhe. Nr. 50668 vom 17. Juli 1889.

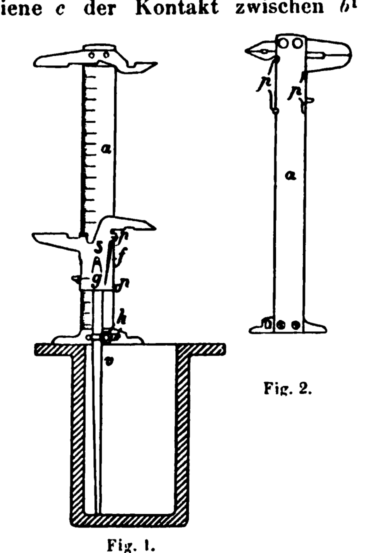


Fig. 1. Fig. 2.

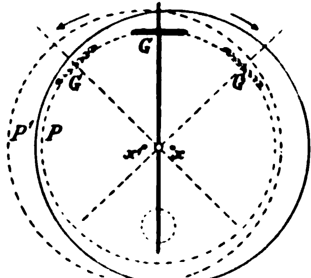
Die Taschenschublehre, bei deren Konstruktion Billigkeit der Herstellung und Handlichkeit im Gebrauch erstrebt wird, ist in Fig. 1 so dargestellt, wie sie beim Messen der Tiefe gebraucht wird. Die bewegliche Backe *s* wird an dem aus Holz hergestellten Schaft *a* durch abgebogene Klammern *p* (Fig. 2) geführt, während der Theil *f* eine Feder zur Festhaltung von *s* bildet und Vorsprünge *g* zum Verschieben der Backe vorgesehen sind. *v* ist mit *s* zu einem Stück verbunden und kann durch die Mutter *k* festgeklemmt werden.

Verfahren, um die Einhaltung gewisser Geschwindigkeiten von Maschinen zu prüfen. Von Clem. Freiherr von Bechtolsheim in München. Nr. 50665 vom 20. Juni 1889.

Um zu prüfen, ob eine Maschine eine gewisse Geschwindigkeit einhält, wird mit ihr eine Uhr derart verbunden, dass letztere bei dieser Geschwindigkeit sich in der gleichen Zeit, wie der Zeiger, aber in entgegengesetzter Richtung umdreht.

Macht die Maschine die einzuhaltende Tourenzahl, so dreht sich der Zeiger der Uhr nicht, da sich die Drehung der ganzen Uhr und die des Zeigers zur Uhr gegenseitig aufheben. Geht die Maschine zu langsam, so dreht sich der Uhrzeiger in der ihm gegenüber der Uhr eigenthümlichen Drehrichtung; geht die Maschine zu schnell, so dreht sich der Zeiger in der entgegengesetzten Richtung. Aus der Schnelligkeit des Vor- oder Rückwärtsganges des Zeigers ist zu erkennen, ob die Geschwindigkeit der Maschine mehr oder weniger von der einzuhaltenden abweicht.

Geschwindigkeitsanzeiger mit Schreibwerk für Wellen. Von Ad. Marie Duveau in Rouen, Frankreich. Nr. 50569 vom 7. Juni 1889.



Bei gleicher Umdrehungszahl der bei $x\,x^1$ exzentrisch zu einander gelagerten Scheiben $P\,P^1$ erfährt das zwischen denselben befindliche Diskusrad G nur eine Drehung um seine eigene Axe; es beschreibt dagegen bei verschiedenen Umdrehungszahlen der Planscheiben noch ein mit dem Unterschied der Geschwindigkeiten wachsendes Bogenstück. Der Ausschlag der Diskusradaxe wird auf einer Kreisskale gemessen, bezw. durch ein mit der genannten Axe verbundenes Hebelwerk auf den Schreibstift einer Registrirvorrichtung übertragen, und giebt den Geschwindigkeitsunterschied zwischen der von dem zu untersuchenden Motor angetriebenen Scheibe P und der von einem Elektromotor mit gleichmässiger Geschwindigkeit bewegten Vergleichsscheibe P^1 an.

Für die Werkstatt.

Spiritus- und Benzinbrenner. *Bayer. Ind.- und Gew.-Bl. 1890. S. 387.*

Von G. Barthel in Niederpoyritz bei Dresden sind Brenner für Spiritus und Benzin in den Handel gebracht, welche für Werkstätten, in denen Gas nicht zur Verfügung steht, recht brauchbar sein dürften. Der Spiritusbrenner, welcher den Bunsen-Brenner ersetzen soll, besteht aus einem Behälter mit zentralem durchgehenden, unten und oben offenem Rohr. Dasselbe wird von einem zweiten weiteren Rohr umgeben, das sich nach unten in den Behälter öffnet. In dem oben geschlossenen ringförmigen Zwischenraum, der durch eine kleine Oeffnung mit dem Innenrohr in Verbindung steht, befindet sich ein in den Behälter hinabreichender Docht. Eine auf dem äusseren Rohr sitzende Schiebehülse mit Rand dient zur Ingangsetzung des Brenners sowie zur Regulirung der Flammengrösse. Zu ersterem Zwecke bringt man die Schiebehülse in ihre höchste Stellung, giesst auf den Rand etwas Spiritus und entzündet denselben; hierdurch wird der obere Theil der Hülse und des Brennerrohres erwärmt. Aus dem Docht entwickeln sich Spiritusdämpfe, welche durch die erwähnte Oeffnung in das innere Rohr strömen, Luft ansaugen und sich an der Mündung des Rohres entzünden. Durch Verschiebung der Schiebehülse in der Höhe regulirt man die Flammengrösse. Die Flamme gleicht der nichtleuchtenden des Bunsen-Brenners, ihre Temperatur ist 1100 bis 1200° und der Betrieb soll sehr ökonomisch sein.

Der Benzinbrenner, nach demselben Prinzip konstruirt, soll ein Gebläse ersetzen. Die Flamme hat eine Temperatur von 1300 bis 1400°, eignet sich also zum Hartlöthen und Schmelzen.

P.

Erfahrungen mit Zapon.

Zapon, ein Ersatz für Metalllack, welcher bereits in dieser Zeitschrift mehrfach Erwähnung gefunden hat, vereinigt in sich gute und üble Eigenschaften. Zu den ersteren gehört seine Dünnflüssigkeit, welche auch bei regellosem Ueberstreichen der zu überziehenden Flächen oder beim Eintauchen der Gegenstände ein fleckenloses, gutes Aussehen erzielen lässt, während bei gewöhnlichem Messinglack ein schönes Aussehen nur bei sehr gleichmässigem Ueberzug und Auftragen in der Richtung des Polirstriches erzielt wird. Die sehr geringe Eigenfarbe des Stoffes lässt die natürliche Metallfarbe völlig zur Geltung kommen und macht das Zapon unter Anderem sehr brauchbar zum Ueberziehen von versilberten Flächen. Die Herren Polack und Reichel haben nach diesen beiden Richtungen hin sehr gute Erfahrungen gemacht. Herr Stückrath hebt dagegen unter Würdigung der erwähnten guten die von ihm bemerkte sehr üble Eigenschaft hervor, dass der feste Ueberzug sich nach längerer Berührung mit Oelen und Fetten wie eine Haut ablöst.

P.

Fragekasten.

Dr. R. in B. Existiren in Deutschland Bezugsquellen für Phonographen?

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. — **H. Haensch**, Beisitzer. — Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

X. Jahrgang. | **Oktober 1890.** | Zehntes Heft.

Vergleichung zweier Siedethermometer mit Quecksilberbarometern.

Von

Prof. Dr. **W. Jordan** in Hannover.

Zur Untersuchung, ob die neueren Siedethermometer als Ersatz von Quecksilberbarometern, namentlich auf Reisen zur zeitweiligen Kontrolirung von Aneroiden, dienen können, haben wir im Jahre 1889 einen Siedeapparat von Mechaniker R. Fuess in Berlin mit zwei von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüften Thermometern von Jenaer Glas angeschafft, und dieselben an 16 Tagen zwischen 6. Januar und 19. Mai 1890 mit zwei Quecksilberbarometern verglichen.

Die beiden Thermometer tragen äusserlich die auf das Glas amtlich aufgeätzten Nummern 636 und 292; ausserdem sind auf die Theilung aufgeschrieben und bequemer zu lesen, die Fabrikationsnummern 178 und 161; wir werden die Thermometer indess in der Folge mit den amtlichen Nummern hier bezeichnen. Unsere beiden Thermometer sind nicht gleichzeitig bezogen, und daher nicht aufeinander folgend numerirt, weil ein früher erhaltenes Thermometer 291 bei den ersten Versuchen zersprungen war, und dann durch No. 636 ersetzt wurde.

Wir wollen die amtlichen Angaben für diese beiden Thermometer hier mittheilen:

Thermometer 636.

Das Thermometer ist eingetheilt in Zehntel-Grade der hunderttheiligen Skale. Die Angaben des Thermometers sind zur Zeit in der Nähe von

85 Grad um 0,02 Grad zu niedrig,
90 „ „ 0,02 „ „ hoch,
94 „ ohne merklichen Fehler,
100 „ um 0,01 Grad zu hoch.

Lage des Eispunktes bei — 0,01 Grad. Die vorstehenden auf das Gasthermometer bezogenen Prüfungsergebnisse sind auf Hundertstel-Grad abgerundet. Die Depression des Eispunktes nach halbstündiger Erwärmung des Thermometers auf 100 Grad wurde zu 0,06 Grad ermittelt.

In der Nähe der Strichmarke bei 100 ist ein Reichsadler sowie die oben angegebene Nummer 636 amtlich aufgeätzt worden.

Charlottenburg, den 31. August 1889.

Physikalisch-Technische Reichsanstalt
(L. S.) Abtheilung II.
(gez.) Loewenherz.

Thermometer 292.

Die Angaben des Thermometers sind zur Zeit in der Nähe von

87 Grad um 0,01 Grad zu niedrig
91 „ „ 0,02 „ „ „
99 „ „ 0,03 „ „ „
100 „ „ 0,01 „ „ „

Lage des Eispunktes bei + 0,01 Grad. Die vorstehenden auf das Gasthermometer bezogenen Prüfungsergebnisse sind auf Hundertstel-Grad abgerundet. Die Depression des Eispunktes nach halbstündiger Erwärmung des Thermometers auf 100 Grad wurde zu 0,6 Grad ermittelt.

Oberhalb der Strichmarke, welche sich mit dem Theilstrich 0 Grad deckt, ist ein Reichsadler amtlich aufgeätzt worden.

Charlottenburg, den 18. Mai 1889.

Physikalisch-Technische Reichsanstalt
(L. S.) Abtheilung II.
(gez.) Loewenherz.

Die Versuche mit dem Thermometer 292 begannen im November 1889 gemeinsam mit 291; als aber dieses zersprang, und am 2. Dezember 1889 durch 636 ersetzt war, wurden 636 und 292 zunächst noch im Dezember vorläufig zu-

sammen in den Siedeapparat gebracht, dann aber von Januar 1890 an gemeinsam zu der Versuchsreihe benutzt, welche im Folgenden mitgetheilt wird.

Bei den Versuchen wurde, nach Anleitung von Herrn **Fuess**, „das Thermometer jeweils so tief wie möglich in den Dampfmantel eingesteckt, also dass sich die Ablesestelle nicht höher über dem Gummiring befindet, als wie eine genaue Ablesung erfordert“.

Andernfalls würde man eine Faden-Temperaturkorrektur anbringen müssen, über welche auf der Rückseite der Prüfungsbescheinigung für das Thermometer 636 vom 31. August 1889, Folgendes gesagt ist:

„Wenn ein Theil des Fadens aus dem Raume, dessen Temperatur gemessen werden soll, herausragt, so tritt zu der abgelesenen und nach den vorstehenden Fehlerangaben berichtigten Temperatur eine Verbesserung hinzu, welche nach der folgenden Näherungsformel in Graden berechnet wird:

$$\frac{n\,(T-t)}{6400};$$

hierin bedeutet n die in Graden ausgedrückte Länge des herausragenden Theiles des Quecksilberfadens, T die zu messende Temperatur und t die mittlere Temperatur des herausragenden Fadens. Die letztere kann angenähert durch ein kleines Hilfsthermometer ermittelt werden, dessen Quecksilbergefäss sich nahe der Mitte des herausragenden Theiles des Quecksilberfadens befindet; in den meisten Fällen reicht es auch aus, t der Temperatur des Arbeitsraumes gleich zu setzen“.

In unserem Falle war T rund $= 100°$, und nimmt man nach vorstehender Regel $t = 20°$, so bekommt man für 1° des herausragenden Fadens, nach vorstehender Formel die Reduktion:

$$\frac{80}{6400} = 0{,}0125°.$$

Beträge von solcher Grössenordnung könnten in unseren Fällen wohl in Rechnung zu stellen sein, da ja schon der Gummiring, welcher die Eintauchtiefe bestimmt, selbst etwa 1° der Theilung deckt, wozu noch mindestens 0,5° Hervorragung nöthig ist, um die Striche zu übersehen. Indessen wir haben bei unseren Versuchen die Hervorragung n nicht genau notirt, und lassen sie ausser Betracht, indem ein konstanter Einfluss derselben für unsere Zwecke ohnehin ohne Belang ist.

Was weiter die Art und die Zeitdauer der Beobachtungen betrifft, so haben wir, nachdem einmal das Quecksilber bis in die Gegend von 100° gestiegen war und anfing, in konstanter Höhe zu bleiben, von Minute zu Minute abgelesen, bis 2 bis 3 Minuten lang ein fester Stand sich hielt, der dann als endgiltiger Werth beibehalten wurde.

Folgendes ist ein vollständiges Beispiel einer solchen Beobachtungsreihe:

Hannover, 6. Januar 1890.

Thermometer 636.		Thermometer 292.		(1)
Zeit	Ablesung	Zeit	Ablesung	
12h 8m	99,00°	12h 16m	98,90°	
9	99,85	17	99,94	
10	100,13	18	99,19	
11	100,23	19	100,25	
12	100,27	20	100,27	
13	100,28	21	100,27	
14	100,28	22	100,275	
15	100,28	23	100,275	
Ergebniss	100,28°	Ergebniss	100,275°	

Wir haben nun weiter die zur Vergleichung benutzten beiden Quecksilberbarometer zu beschreiben.

Das erste ist ein Stand-Gefässbarometer von Sickler in Karlsruhe (abgebildet und beschrieben in des Verfassers *Handbuch der Vermessungskunde, II, 1888, S. 473*). Die Röhre hat einen inneren Durchmesser $d = 6{,}7$ *mm* und äusseren Durchmesser $d_1 = 11$ *mm*, das Gefäss hat den Durchmesser $D = 110$ *mm*; es kommt also für den Stand B gegen den Normalstand B_0 eine Gefässkorrektion in Anrechnung:

$$+ (B - B_0) \frac{d^2}{D^2 - d_1^2} = (B - 755) \frac{49}{11979} = 0{,}00409\ (B - 753\ mm).$$

Diese Reduktion, welche bei $B = 735$ *mm* den Betrag $-0{,}08$ *mm* und bei $B = 775$ *mm* den Betrag $+0{,}08$ *mm* hat, wurde stets in Rechnung gebracht, nebst der Temperaturkorrektion für Messungsskale im Betrage von $-0{,}00162\ Bt$.

Das zweite Quecksilberbarometer ist ein Reise-Heberbarometer, im Oktober 1888 von R. Fuess in Berlin angeschafft, mit einer Röhre von etwa 6 *mm* innerem Durchmesser. Die Temperaturkorrektion hierfür ist dieselbe wie die vorher für das Standbarometer angegebene. Die Ablesungen an diesen beiden Thermometern geschehen durch Scheibenringe und Nonien von 0,1 *mm* Angabe.

In Kürze lässt sich über diese beiden Quecksilberbarometer sagen, dass sie der Ausrüstung meteorologischer Stationen zweiter Ordnung entsprechen, das erste als Standbarometer auf einer solchen Station, das zweite als Reise-Instrument zur Inspizirung und Vergleichung solcher Stationen.

Die Gesammtanordnung der Vergleichungen war in üblicher Weise so, dass zuerst die beiden Quecksilberbarometer abgelesen und dann die Siedeversuche gemacht wurden, worauf zum Schluss eine zweite Ablesung des Quecksilberbarometers folgte. Die im Folgenden angegebenen Quecksilberbarometer-Angaben Q sind je die Mittel aus den Anfangs- und Schlussablesungen, und hierauf beziehen sich auch die später zu besprechenden mittleren Fehler.

Alle Beobachtungen, welche im Folgenden mitgetheilt werden, sind nicht vom Verfasser selbst, sondern nach dessen Angaben, nach vorheriger gemeinsamer Einübung, von Herrn Ingenieur Petzold, Assistent der Technischen Hochschule Hannovers, gemacht.

Nach dieser Beschreibung unserer Instrumente und der Anordnung der Messungen zu den Messungen selbst übergehend, geben wir zuerst (a. f. S.) die Quecksilberbarometer-Ablesungen für sich, in der oben angegebenen Weise reduzirt und unter sich verglichen, wobei mit Q_1 das Stand-Gefässbarometer und mit Q_2 das Reise-Heberbarometer (das übrigens während dieser ganzen Dauer fest aufgehängt blieb) bezeichnet worden.

Die hier angesetzten Differenzen $Q_2 - Q_1 = d$, deren Mittel den erheblichen, indessen für unsere Zwecke gleichgiltigen Betrag 1,98 *mm* hat, lassen sich zu einer Berechnung mittlerer Fehler benutzen, indem man die 16 Einzelwerthe d mit ihrem Mittelwerth 1,98 *mm* vergleicht und die dabei auftretenden Abweichungen v quadrirt; man erhält $[vv] = 0{,}9509$ und damit:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Mittlerer Fehler einer Vergleichung } (Q_2 - Q_1)\text{:} & m = \frac{\sqrt{0{,}9509}}{15} = \pm 0{,}25\ mm \\ \text{"} \quad \text{"} \quad \text{"} \quad \text{Beobachtung } Q_1 \text{ oder } Q_2\text{:} & m_1 = \pm 0{,}18\ mm \\ \text{"} \quad \text{"} \quad \text{"} \quad \text{Bestimmung } \frac{Q_1 + Q_2}{2}\text{:} & m_2 = \pm 0{,}13\ mm \end{array}\right\} (3)$$

Quecksilberbarometer. (2)

Num.	Zeit	Q_1	Q_2	$Q_2 - Q_1 = d$	$(Q_1 + Q_2)/2$
		mm	mm	mm	mm
1.	1890. 6. Januar	765,06	766,98	1,92	766,02
2.	„ 15. „	754,73	756,90	2,17	755,82
3.	„ 21. „	744,04	746,23	2,19	745,14
4.	„ 22. „	735,65	737,92	2,27	736,78
5.	„ 31. „	765,09	766,76	1,67	765,92
6.	„ 5. Februar	755,20	757,48	2,28	756,34
7.	„ 8. „	765,07	766,53	1,46	765,80
8.	„ 19. „	768,44	770,25	1,81	769,34
9.	„ 27. „	757,64	759,48	1,84	758,56
10.	„ 5. März	742,25	744,45	2,20	743,35
11.	„ 13. „	757,06	759,20	2,14	758,13
12.	„ 21. „	742,51	744,39	1,88	743,45
13.	„ 18. April	738,92	740,97	2,05	739,94
14.	„ 25. „	737,52	739,59	2,07	738,56
15.	„ 5. Mai	745,61	747,80	2,16	746,70
16.	„ 19. „	750,67	752,28	1,61	751,48
	Mittel	751,59	753,58	1,98	752,58

Diese Genauigkeiten sind ja wohl für unsere Zwecke genügend, indessen ist $m_1 = \pm 0,18$ *mm* für eine Quecksilberbarometerbestimmung etwas gross und aus der optischen Ablesung an einem Nonius von 0,1 *mm* Angabe nicht zu erklären. Die Fehler rühren mehr von Unsicherheiten in der Einstellung des Quecksilbers her und sind bei engen Röhren, namentlich beim Heberbarometer, in solchem Betrage bekannt.

Indem wir zu den Siedethermometer-Beobachtungen übergehen, deren erste oben unter (1) angegeben ist, fügen wir sofort auch die entsprechende Wasserdampfdrucke bei, nach den Tabellen des Werkes „*Travaux et mémoires du bureau international des poids et mesures, I. Seite A. 38 und A. 16*, d. h. wir haben uns des Auszuges bedient, den wir hiervon in unserem *Handb. der Verm. II. 1888 Seite (21)* abgedruckt haben. Hiernach giebt z. B. $T_1 = 100,28$ den Werth $B_1 = 767,66$ *mm* u. s. w.

Siedethermometer. (4)

Num.	T_1	T_2	B_1	B_2	$B_1 - B_2 = d$	$B_1 + B_2/2$
	°	°	mm	mm	mm	mm
1.	100,28	100,275	767,66	767,52	0,14	767,59
2.	99,90	99,90	757,28	757,28	0,00	757,28
3.	99,51	99,50	746,75	746,48	0,27	746,62
4.	99,165	99,165	737,53	737,53	0,00	737,53
5.	100,28	100,28	767,66	767,66	0,00	767,66
6.	99,925	99,915	757,95	757,68	0,27	757,82
7.	100,275	100,260	767,52	767,11	0,41	767,32
8.	100,40	100,395	770,97	770,82	0,15	770,90
9.	100,00	99,985	760,00	759,59	0,41	759,80
10.	99,43	99,42	744,60	744,33	0,27	744,46
11.	99,98	99,965	759,46	759,04	0,42	759,25
12.	99,45	99,445	745,14	745,00	0,14	745,07
13.	99,31	99,30	741,39	741,13	0,26	741,26
14.	99,25	99,23	639,79	739,26	0,53	739,52
15.	99,56	99,51	748,09	747,55	0,54	747,82
16.	99,71	99,725	752,94	752,54	0,40	752,74
		Mittel	754,05	753,78	0,26	753,92

Auch hier kann man die Differenzen d zu einer Berechnung mittlerer Fehler benutzen, indem man ihre Abweichungen v von dem Mittel 0,26 *mm* bildet und $[vv] = 0,4855$ berechnet.

Damit erhält man:

$$\left.\begin{array}{lll} \text{Mittlerer Fehler einer Vergleichung } (B_1' - B_2'): & m' = \sqrt{\dfrac{0,4855}{15}} & = \pm 0,17\ mm \\ \quad\text{„ „ „ Beobachtung } B_1' \text{ oder } B_2': & m_1' = & \pm 0,12\ mm \\ \quad\text{„ „ „ Bestimmung } \dfrac{B_1' + B_2'}{2}: & m_2' = & \pm 0,09\ mm \end{array}\right\} (5)$$

Vergleichen wir dieses mit den früheren mittleren Fehlern (3), so finden wir die Werthe (5) kleiner als die früheren (3), und wir haben das Ergebniss, dass die Siedethermometer-Beobachtungen genauere Luftdrucksbestimmungen geben als die gewöhnlichen Quecksilberbarometer mit Röhren von 6,7 *mm* Weite. Dabei ist zunächst nur von den unregelmässigen Ablesungsfehlern die Rede.

Wir bilden nun aus den beiden Tabellen (2) und (4), welche die Quecksilberbarometer-Ablesungen und die Reduktion der Siedethermometer-Angaben enthalten, eine dritte Tabelle, (6), welche beide früheren Mittelzahlen vereinigt.

Vergleichung der Quecksilberbarometer Q mit den Siedethermometer-Drucken B. (6)

Num.	Zeit	Beobachtung Q	B	$B-Q$ l	Ausgleichung $B'-Q'$ l'	$v = l' - l$	v^2
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
1.	1890. 6. Januar	766,02	767,59	1,57	1,55	+ 0,02	0,0004
2.	„ 15. „	755,82	757,28	1,46	1,38	+ 0,08	0,0064
3.	„ 21. „	745,14	746,62	1,48	1,20	+ 0,28	0,0784
4.	„ 22. „	736,78	737,53	0,75	1,06	− 0,31	0,0961
5.	„ 31. „	765,92	767,66	1,74	1,55	+ 0,19	0,0361
6.	„ 5. Februar	756,34	757,82	1,48	1,38	+ 0,10	0,0100
7.	„ 8. „	765,80	767,32	1,52	1,55	− 0,03	0,0009
8.	„ 19. „	769,34	770,90	1,56	1,60	− 0,04	0,0016
9.	„ 27. „	758,56	759,80	1,24	1,43	− 0,19	0,0361
10.	„ 5. März	743,35	744,46	1,11	1,16	− 0,05	0,0025
11.	„ 13. „	758,13	759,25	1,12	1,42	− 0,30	0,0900
12.	„ 21. „	743,45	745,07	1,62	1,16	+ 0,46	0,2116
13.	„ 18. April	739,94	741,26	1,32	1,11	+ 0,21	0,0441
14.	„ 25. „	738,56	739,52	0,96	1,09	− 0,13	0,0169
15.	„ 5. Mai	746,70	747,82	1,12	1,23	− 0,11	0,0121
16.	„ 19. „	751,48	753,74	1,26	1,30	− 0,04	0,0016
	Summe	(841,33)	(862,64)	21,31	21,17	+ 0,14	0,6448
	Mittel	752,58	753,92	1,33	1,32		

Die Differenzen wurden ausgeglichen und durch folgende lineare Interpolationsformel dargestellt:

$$B - Q = 1,62\ mm - 1,70\,\frac{770 - Q}{100}.$$

Die hiernach berechneten Werthe sind mit der besonderen Bezeichnung $B' - Q' = l'$ in der obigen Tabelle enthalten, worauf auch die übrigbleibenden Fehler v und deren Quadrate v^2 folgen. Die Quadratsumme $[vv] = 0,6448$ giebt den mittleren Fehler einer Vergleichung:

$$m = \sqrt{\frac{0,6448}{14}} = \pm 0,21\ mm.$$

Man kann auch die mittleren Fehler des Absolutgliedes und des Koeffizienten der Interpolationsformel (7) angeben; dieselben fanden sich, wie im Folgenden mit $\pm$ beigefügt ist:

$$B - Q = \underset{\pm 0{,}10}{1{,}62\,mm} - \begin{pmatrix} 1{,}70 \\ \pm 0{,}52 \end{pmatrix} \frac{770 - Q}{100}.$$

Der mittlere Fehler $\pm 0{,}21$ *mm* nach (8) ist zu vergleichen mit der Zusammenwirkung von (3) und (5), nämlich mit $\sqrt{0{,}13^2 + 0{,}09^2} = \pm 0{,}16$ *mm*, d. h. man kann 0,21 *mm*, welches nicht wesentlich grösser ist als 0,16 *mm*, durch die Zusammenwirkung von $\pm 0{,}13$ *mm* und $\pm 0{,}09$ *mm* hinreichend erklären, ohne andere als die betrachteten Fehlerquellen zu Hilfe nehmen zu müssen.

Wir betrachten den Koefficienten 1,70 mit seinem mittleren Fehler $\pm$ 0,52 nach (9), und finden, da 0,52 nur etwa ein Drittel von 1,70 ist, den Koefficienten 1,70 als reale Grösse bezeugt, was man auch augenscheinlich machen kann, wenn man die Werthe l als Ordinaten zu den Q oder B als Abszissen aufträgt, wobei eine Punktreihe mit ganz deutlicher Konvergenz gegen die Abszissenaxse erscheint.

Indessen sachlich, physikalisch ist dieser Koefficient $1{,}7 \pm 0{,}5$ schwer zu deuten. Die Vergleichung der Siedethermometer mit den Quecksilberbarometern verlangen hiernach in der Gegend von etwa 735 *mm* bis 770 *mm* nicht bloss eine konstante Standkorrektion 1,62 *mm*, sondern auch eine Art Theilungskorrektion von 1,7 %.

Jene Standkorrektion 1,62 *mm* brauchen wir nicht weiter zu verfolgen; sie kann in den von uns als innerhalb 0,01 *mm* konstant gar nicht beigezogenen Schwerereduktionen des Quecksilbers, dann in den ebenfalls von uns bei Seite gelassenen Kapillaritäten, und hauptsächlich in konstanten Fehlern unserer zwei Quecksilberbarometer (die ja unter sich selbst nicht übereinstimmen) ihren Grund haben. Um den Theilungskoeffizienten 1,70 zu erklären, muss man zunächst die oben amtlich mitgetheilten Korrektionen der beiden Glasthermometer berücksichtigen, was wir bis jetzt noch nicht gethan haben. Wir finden auf diesem Wege für die drei Hauptstriche bei 99,0°, 99,5°, 100,0° Folgendes:

Ablesung	T_1	T_2	Mittel T	B	ΔB
				mm	mm
99,0°	98,992	99,016	99,004°	733,26	
					13,27
99,5	99,491	99,513	99,502	746,53	
					13,47
100,0	99,990	100,010	100,000	760,00	

(10)

Unsere eigene Ausgleichung giebt dagegen nach (7) oder (9):

Ablesung	B	Q	ΔQ
	mm	mm	mm
90,0°	733,16	732,17	
			13,09
99,5	746,48	745,26	
			13,29
100,0	760,00	758,55	

(11)

Diese Differenzen ΔQ sind um 0,18 *mm* kleiner als die Differenzen ΔB in (10), d. h. um 1,4%. Die amtlich mitgetheilten Thermometerkorrektionen wirken zwar in demselben Sinne wie unser Theilungskoeffizient 1,7%, allein sie erklären hiervon nur 0,3% und lassen 1,4% noch unerledigt.

Bis auf weiteres müssen wir diesen Werth auch unerledigt lassen, und etwa als unbekannte Fehlerquelle in unseren eigenen Quecksilberbarometern (unreines Quecksilber oder Luft im oberen Schenkel?) vermuthen.

Kehren wir nun aber nach diesem zu unserer Ausgangsfrage zurück, ob und bis zu welchem Grade das Siedethermometer als Ersatz des Quecksilber-Barometers, namentlich zur Aneroid-Kontrole auf Reisen, genommen werden kann. Hierauf giebt uns der mittlere Fehler $m = \pm 0{,}21$ *mm* nach (8), in Verbindung mit $\pm 0{,}13$ *mm* und $\pm 0{,}09$ *mm* nach (3) und (5), die erste sehr erfreuliche Antwort, dass in Hinsicht auf die unregelmässigen Fehler das Siedethermometer nicht nur einem gewöhnlichen Reise-Quecksilberbarometer von 6 bis 7 *mm* Röhrenweite gleichberechtigt, sondern dass das Siedethermometer sogar genauer ist als ein solches gewöhnliches Reise-Quecksilberbarometer.

Nun kommt aber noch die Frage der Beständigkeit, Nullpunktsdepression u. s. w.

Wir haben unsere Beobachtungen so angeordnet, wie sie etwa ein Reisender zum Zweck der zeitweiligen Aneroid-Kontrole anwenden wird, d. h. wir haben in den 5 Monaten Januar bis Mai 1890 in Abständen von rund im Mittel 10 Tagen die Thermometer im Siedeapparat auf 100° erwärmt und in den Zwischenzeiten ruhig gelassen; in Eis wurden die Instrumente gar nicht gebracht. Dass bei diesem Verfahren in der ganzen Zeit von nahe 5 Monaten die Instrumente keine merkbaren Standänderungen erlitten haben, das zeigt die Tabelle (6) mit ihren unregelmässig schwankenden Vorzeichen. Der Absprung $+ 0{,}28$ *mm*, $- 0{,}31$ *mm* (Aenderung 0,59) zwischen dem 21. und 22. Januar könnte in Beziehung gebracht werden zu dem Umstande, dass hier ausnahmsweise nur ein Tag Intervall war, indessen kommt zwischen 13. und 21. März mit 8 Tagen Intervall noch ein grösserer Sprung, nämlich $- 0{,}30$ *mm*, $+ 0{,}46$ *mm* also 0,76 *mm* vor, so dass auch solche Beträge wohl als unregelmässige Beobachtungsfehler gelten können.

Indem wir also, sowohl in Bezug auf unregelmässige Fehler, als auch in Bezug auf Beständigkeit, mit unseren beiden Thermometern 636 und 292 innerhalb 5 Monaten die besten Erfahrungen gemacht haben, glauben wir hieraus schon schliessen zu können, dass solche Thermometer in kompendiöser Verpackung als Ersatz des leicht zu beschädigenden unhandlichen 80 *cm* langen Quecksilberbarometers auf Reisen zu empfehlen sind.

Hannover, Juli 1890.

Mittheilungen über einige Beobachtungen an Libellen[1]).

Von
Dr. C. Reinhertz in Bonn.

(Fortsetzung.)

6. Beziehung zwischen Fehlergrösse, Blasenlänge und Angabe.

Soll nun für die auf den Seiten 313, 315 u. 316 mitgetheilten Beobachtungsergebnisse die Beziehung zwischen der Angabe der Libelle und dem Fehlerwerth aufgesucht werden, so darf nach dem Vorstehenden von der Berücksichtigung der

1) Im 1. Theile dieser Abhandlung bitte Folgendes zu berichtigen: S. 321 Z. 10 v. o. muss es statt Seite 21 heissen: Seite 317. Ferner ist vor die Kapitel-Ueberschriften auf S. 319 u. 321 zu setzen 4. bezw. 5.



verschiedenen Grössenverhältnisse Abstand genommen werden, und es dürfen die Libellen betrachtet werden als Instrumente, welche sich nur durch den Krümmungsradius (also die Angabe) unterscheiden.

Befindet sich die Libelle im Gleichgewichtszustand, so hebt an jedem Punkte der Flüssigkeitsoberfläche Druck und Gegendruck sich auf. Die Drucke gleichen Niveaus sind einander gleich, und unter dem Einfluss dieses hydrostatischen Druckes in Verbindung mit den an Röhrenwand und Flüssigkeitsoberfläche auftretenden Molekularkräften, der Oberflächenspannung, bildet sich je nach der Gestalt der Glasröhre die Form der Blase.

Wird nun die Libellenröhre geneigt, so wird der Gleichgewichtszustand gestört; als leichterer Körper steigt die Blase in der Flüssigkeit auf. Die Kraft, welche den Luftkörper nach oben treibt, nennt die Hydromechanik den Auftrieb; er ist gleich dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeit. Würde die Röhrenaxe plötzlich vertikal gestellt, so würde die Blase frei in der Flüssigkeit aufsteigen. Bei den gewöhnlichen Neigungen der Libelle ist ihr der Weg vorgeschrieben; sie muss längs der Röhrenwand gleiten. Dieses Gleiten lässt sich auffassen, wie etwa das Gleiten eines Körpers auf einer schiefen Ebene, das Gewicht, „der Auftrieb", wirkt nur in umgekehrter Richtung. Die durch das Aufsteigen der Blase verrichtete Arbeit ist — vorläufig abgesehen von den Bewegungshindernissen — in jedem Fall gleich dem Produkt aus dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeitsmenge in die Steighöhe des Schwerpunktes des Blasenraumes. Bezeichnet man dementsprechend das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit mit Q, die Steighöhe mit h, so ist die verrichtete Arbeit $= Q h$.

Wegen der schwachen Krümmung des kreisförmig ausgeschliffenen Röhrenstückes und mit Rücksicht darauf, dass der Ausschlag stets nur ein sehr kleiner Bruchtheil des ganzen Kreisumfanges sein wird[1]), darf Bogen und Sehne als gleich angenommen werden. Bezeichnen wir nun die Kraft, mit welcher die Blase längs der Röhrenwand sich bewegt, die „Einstellkraft", mit P, den Ausschlag mit s, so ist die bei dieser Bewegung verrichtete Arbeit Ps und demnach $Ps = Q h$.

Die Kraft, mit welcher die Blase sich einstellt, lässt sich dementsprechend — noch abgesehen von den Bewegungshindernissen — genähert ausdrücken durch die Gleichung $P = Q\ h/s$.

Da nun gleiche Dimensionen der Röhren vorausgesetzt sind, und dabei die Blasen gleiche Querschnitte haben, so lässt sich Q ersetzen durch die Länge der Blase $= B$. Weil nun ferner die Neigungen α immer sehr kleine sein werden, (höchstens wenige Minuten), so kann auch der Quotient h/s proportional der Neigung α gesetzt werden, so dass wir erhalten $P = B\alpha$, und für gleiche Bogenausschläge, wobei α proportional der Angabe A ist, $P = B A$. Das heisst also, „die Richtkraft wächst bei derselben Libelle mit der Blasengrösse und der ertheilten Neigung d. h. „Ausschlag", und zur Vergleichung verschiedener Libellen „bei gleichen Blasenlängen und Bogenausschlägen mit der Angabe A".

Von vornherein lässt sich nun sagen, dass, um so grösser die Einstellkraft d. h. also das Bestreben, die Ruhelage zu erreichen, sein wird, desto geringer die jedesmal übrigbleibenden Abweichungen von der wahren Ruhelage also die „Einstellfehler" (in Libellenskalentheilen gerechnet) sein müssen, so dass zur Vergleichung der Fehlerwerthe in Bezug auf die Blasenlänge die Beziehung anzusetzen wäre:

[1]) Bei 10 Strichen Ausschlag und einem Theilwerth von 60" rund $^1/_{2000}$.



$m_t = \pm C'/B$[1]), und für verschiedene Libellen: $m_t = \pm C''/A$, wobei C', C'' zu bestimmende Konstanten sind. Bei der Aufstellung dieser Beziehung ist keine Rücksicht genommen auf die Bewegungshindernisse, welche die Richtkraft zu überwinden hat, und welche selbst wieder von der Grösse der Kraft P abhängig sind. Diese Hindernisse sind Adhäsion zwischen Glas und Flüssigkeit, Benetzung und Abtrocknung der Glaswand, Strömungen innerhalb der Flüssigkeit und der Widerstand des dichteren Mediums beim Aufsteigen der Blase, in Folge dessen die Blasengestalt bei schnelleren Bewegungen sogar Formveränderungen erleidet. Demnach wird nun das vorstehend für die Beziehung angesetzte einfache Reziprozitätsgesetz nicht zutreffen, sondern die Werthe B und A werden nur mit einem gewissen, von ihrer Grösse selbst abhängigen Betrage in den Nenner eingehen, so dass die allgemeine Form lauten würde:

$$m_t = \pm \frac{C'}{B^p} \text{ und } m_t = \pm \frac{C''}{A^q},$$

wobei denn C', C'', p und q besonders zu bestimmende Konstanten sind.

Es fragt sich nun, ob die früher mitgetheilten Fehlerbestimmungen sich durch diese Ausdrücke in genügendem Anschluss darstellen lassen.

Betrachten wir zunächst die Abhängigkeit des Fehlers von der Blasengrösse bei derselben Libelle, so findet sich, dass die Resultate der Tabellen von Seite 317 sich ausdrücken lassen durch die Form: $m_t = C'/B$, wobei die Konstante p zur Vereinfachung der Form $= 1$ genommen wurde, da sich diese Form den kurzen Beobachtungsreihen genügend anpasst. Es wird dadurch also ausgedrückt, dass der Fehlerwerth umgekehrt proportional der Blasenlänge ist.

Die folgende Zusammenstellung weist die Zahlenwerthe nach:

Libelle von 3,4″ Angabe.

Fehlerbeziehung für Einstellen der Blase:

$$m_t = \frac{0{,}92}{B}, \quad m_s = \frac{0{,}92}{B} \cdot 3{,}4 = \frac{3{,}12}{B}.$$

B	m_t beobachtet	m_t berechnet	v	m_s beobachtet	m_s berechnet	v
	P. L.	P. L.	P. L.	″	″	″
4	0,290	0,230	— 0,060	1,00	0,78	— 0,22
11	0,077	0,084	+ 0,007	0,26	0,28	+ 0,02
20	0,050	0,046	— 0,004	0,17	0,16	— 0,01
28	0,024	0,033	+ 0,009	0,08	0,11	+ 0,03

Fehlerbeziehung für Ablesen der Blasenstellung:

$$m_t = \frac{1{,}67}{B}; \quad m_\alpha = \frac{1{,}67}{B} \cdot 3{,}4 = \frac{5{,}69}{B}.$$

B	m_t beobachtet	m_t berechnet	v	m_s beobachtet	m_s berechnet	v
	P. L.	P. L.	P. L.	″	″	″
4	0,53	0,42	— 0,110	1,80	1,42	— 0,38
11	0,110	0,150	+ 0,040	0,38	0,52	+ 0,14
20	0,086	0,084	— 0,002	0,29	0,28	— 0,01
28	0,058	0,060	+ 0,002	0,20	0,20	0,00

[1]) m_t = mittl. Fehler in Theilungsintervallen,
m_s = „ „ „ Sekunden.

Libelle von 15,9″ Angabe.

Fehlerbeziehung für Einstellen der Blase:

$$m_t = \frac{0{,}35}{B}; \quad m_s = \frac{0{,}35}{B} \cdot 15{,}9 = \frac{5{,}56}{B}.$$

B	m_t beobachtet	m_t berechnet	v	m_s beobachtet	m_s berechnet	v
	P. L.	P. L.	P. L.	″	″	″
4	0,090	0,088	— 0,002	1,43	1,39	— 0,04
10	0,036	0,035	— 0,001	0,57	0,56	— 0,01
16	0,022	0,022	0,000	0,35	0,35	0,00
20	0,016	0,017	+ 0,001	0,26	0,28	+ 0,02
26	0,018	0,013	— 0,005	0,28	0,21	— 0,07
29	0,013	0,012	— 0,001	0,20	0,19	— 0,01

Fehlerbeziehung für Ablesen der Blasenstellung:

$$m_t = \frac{1{,}18}{B}; \quad m_s = \frac{1{,}18}{B} \cdot 15{,}9 = \frac{18{,}76}{B}.$$

B	m_t beobachtet	m_t berechnet	v	m_s beobachtet	m_s berechnet	v
	P. L.	P. L.	P. L.	″	″	″
4	0,25—0,33[1])	0,30	—	4—5	4,7	—
10	0,132	0,118	— 0,014	2,10	1,88	— 0,22
15	0,071	0,079	+ 0,008	1,13	1,24	+ 0,11
20	0,060	0,059	— 0,001	0,95	0,94	— 0,01
28	0,040	0,042	+ 0,002	0,64	0,67	+ 0,03

Für die Bestimmung des Abhängigkeitsverhältnisses der Fehlerwerthe von der Angabe nach der Form $m_t = \pm\, C/A^q$ fand sich bei der Ableitung der Konstanten C und q aus den Beobachtungsergebnissen von Seite 315 und 316, dass die Konstante q nahezu gleich 0,5 ist, und dass die Resultate am einfachsten sich wiedergeben lassen durch die bequeme Form $m_t = \pm\, C/\sqrt{A}$, wobei also $q = 1/2$ eingeführt ist. Soll der Fehlerwerth in Sekunden ausgedrückt werden, so ist der obige Ausdruck mit der Angabe A zu multipliziren, also zu setzen: $m_s = \pm\, C\sqrt{A}$.

Die gefundenen Gleichungen sind für Einstellen der Libelle auf den Spielpunkt: $m_t = \pm\, 0{,}09/\sqrt{A}$ bezw. $m_s = \pm\, 0{,}09 \cdot \sqrt{A}$, für Ablesen der Blasenstellung: $m_t = \pm\, 0{,}20/\sqrt{A}$ bezw. $m_s = \pm\, 0{,}20 \cdot \sqrt{A}$.

Die Tabellen a. f. S. stellen die gerechneten Werthe den beobachteten gegenüber; wie ersichtlich, schliesst sich die Formel den Beobachtungen genügend an.

Die somit gefundenen Beziehungen $m_t = C/\sqrt{A}$ bezw. $m_s = C/\sqrt{A}$ drücken aus, dass der Fehler in Skalentheilen gerechnet umgekehrt proportional der Quadratwurzel aus der Angabe ist, der Fehler in Sekunden proportional der Quadratwurzel aus der Angabe. Nach der auf Seite 349 aufgestellten Beziehung $m_t = C/B$ ist der Fehlerwerth einfach reziprok der Blasenlänge, d. h. also, die Bewegungshindernisse wirken der mit der Blasenlänge wachsenden Richtkraft weniger entgegen als der mit der Angabe wachsenden. Es mag dies seinen Grund haben in

[1]) Die Bestimmung ist bei der kurzen Blasenlänge ziemlich unsicher; der Fehler schwankt zwischen den Grenzen $1/4$ bis $1/3$ Intervall.

Fehlerbeziehung für Einstellen der Blase:

$m_t = \pm 0{,}09/\sqrt{A}$; $m_s = \pm 0{,}09 \cdot \sqrt{A}$.

Laufende No.	A	m_t beobachtet	m_t berechnet	v	m_s beobachtet	m_s berechnet	v
	"	P. L.	P. L.	P. L.	"	"	"
1	3,4	0,050	0,049	— 0,001	0,170	0,167	— 0,003
2	7,5	0,033	0,033	0,000	0,247	0,247	0,000
3	9,5	0,020	0,029	+ 0,009	0,187	0,277	+ 0,090
4	11,3	0,032	0,027	— 0,005	0,365	0,302	— 0,063
5	14,5	0,025	0,024	— 0,001	0,364	0,344	— 0,020
6	15,9	0,022	0,023	+ 0,001	0,350	0,359	+ 0,009
7	16,4	0,028	0,022	— 0,006	0,465	0,365	— 0,100
8	17,2	0,020	0,022	+ 0,002	0,342	0,374	+ 0,032
9	19,5	0,017	0,020	+ 0,003	0,329	0,398	+ 0,069
10	22,2	0,023	0,019	— 0,004	0,515	0,423	— 0,092
11	25,1	0,016	0,018	+ 0,002	0,403	0,451	+ 0,048
12	28,0	0,016	0,017	+ 0,001	0,456	0,477	+ 0,021
13	29,1	0,015	0,017	+ 0,002	0,452	0,486	+ 0,034
14	38,8	0,011	0,014	+ 0,003	0,429	0,561	+ 0,132
15	39,4	0,013	0,014	+ 0,001	0,510	0,563	+ 0,053
16	54,0	0,012	0,012	0,000	0,664	0,662	— 0,002
17	54,8	0,015	0,012	— 0,003	0,860	0,666	— 0,194

Fehlerbeziehung für Ablesen der Blasenstellung:

$m_t = \pm 0{,}20/\sqrt{A}$, $m_s = \pm 0{,}20 \cdot \sqrt{A}$.

Laufende No.	A	m_t beobachtet	m_t berechnet	v	m_s beobachtet	m_s berechnet	v
	"	P. L.	P. L.	P. L.	"	"	"
1	3,4	0,085	0,108	+ 0,023	0,29	0,37	+ 0,08
2	7,5	0,081	0,073	— 0,008	0,60	0,55	— 0,05
3	7,5	0,062	0,073	+ 0,011	0,46	0,55	+ 0,09
4	9,5	0,070	0,065	— 0,005	0,66	0,62	— 0,04
5	9,5	0,046	0,065	+ 0,019	0,44	0,62	+ 0,18
6	14,6	0,061	0,052	— 0,009	0,89	0,76	— 0,13
7	15,9	0,068	0,050	— 0,018	1,08	0,80	— 0,28
8	16,4	0,043	0,049	+ 0,006	0,70	0,81	+ 0,11
9	16,4	0,056	0,049	— 0,007	0,92	0,81	— 0,11
10	19,5	0,034	0,045	+ 0,011	0,66	0,88	+ 0,22
11	25,1	0,035	0,040	+ 0,005	0,88	1,02	+ 0,14
12	25,1	0,050	0,040	— 0,010	1,26	1,02	— 0,24
13	38,8	0,036	0,032	— 0,004	1,40	1,25	— 0,15
14	54,8	0,028	0,027	— 0,001	1,53	1,48	— 0,05
15	54,8	0,027	0,027	0,000	1,48	1,48	0,00

dem Umstande, dass die wesentlichsten Hindernisse an den Enden der Blase zu überwinden sind, während die Länge der benetzten Seitenlinien weniger Einfluss auf die Bewegung der Blase hat.

Vergleichen wir nun weiter die für Einspielen und Ablesen erhaltenen Ausdrücke mit einander, so erhalten wir folgende Uebersicht für die Konstanten C:

	Konstanten C		Quotient: C Ablesen / C Einspielen
	Einspielen	Ablesen	
3,4″ Libelle: $m_l = C/B$	0,92	1,67	1,8
$m_s = C/B$	3,12	5,69	1,8
15,9″ Libelle: $m_l = C/B$	0,35	1,18	3,4
$m_s = C/B$	5,56	18,76	3,4
$m_l = C/\sqrt{A}$, $m_s = C\sqrt{A}$	0,09	0,20	2,2
		im Mittel	2,5

Danach ist also der Fehlerwerth für die Methode des Ablesens der Blasenstellung etwa doppelt so gross als beim Einstellen auf den Einspielpunkt. Dieser Umstand wird, da für beide Methoden dieselbe Stabilität der Aufstellung und überhaupt dieselben äusseren Verhältnisse gegeben waren, darin seinen Grund haben, dass es leichter ist, die Gleichheit oder Ungleichheit der überschiessenden Blasenstücke zu erkennen, als für diese Stücke einen Ausdruck in Theilen der Skale zu geben, zumal bei dieser letzteren Methode zwischen zwei Skalenstrichen die zu vergleichenden Striche verschieden beleuchtet sind, während man im ersteren Falle nur gleichbeleuchtete Stücke zu vergleichen hat. Aus den Resultaten der Fehleruntersuchung bestätigt sich nachträglich dieser schon während der Beobachtung erkannte Vortheil der Einstellmethode; vielleicht würde eine engere Skalentheilung dieses Verhältniss zu Gunsten der Ablesungsmethode etwas beeinflussen.

Damit ist nun aber durchaus noch nicht gesagt, dass die Methode des Einstellens der Blase auf den Einspielpunkt beim Gebrauch der Libelle in allen Fällen, z. B. etwa beim Nivelliren, vortheilhafter ist, da bei der Wahl des Nivellirverfahrens noch anderweitige Umstände mitsprechen. Auf diesen Punkt gedenke ich in einer späteren Mittheilung zurückzukommen. Das im Vorstehenden gewonnene Resultat ist vielmehr so auszudrücken: Wenn eine durchaus unveränderliche Aufstellung gegeben ist, lässt sich mit Hilfe einer guten Neigungsschraube die Axe einer Libelle für einen Moment schärfer nach dem Einspielpunkt einstellen, als eine geringe Abweichung davon in Winkelmaass bezw. Skalentheilen ausdrücken.

Wollen wir nun die Beziehungen zwischen Richtkraft oder Fehlergrösse einerseits und der Blasenlänge B, den Neigungen α und der Angabe A andererseits einer Vergleichung unterziehen, so haben die folgenden vier Fälle für uns ein besonderes Interesse, nämlich:

Für dieselbe Libelle (A konstant) die Beziehung zwischen Richtkraft bezw. Fehlerwerth und 1) Blasengrösse B, 2) Neigung α,

Für verschiedene Libellen (dabei B konstant) die Beziehung zwischen Richtkraft bezw. Fehlerwerth und Angabe A bei 3) gleichen Bogenausschlägen, 4) gleichen Winkelausschlägen.

Zu 1. — Die Richtkraft ist proportional der Blasenlänge. Je grösser die Blase, je besser und schneller stellt sie sich ein. Es sollten daher die Blasen so gross sein, als es überhaupt die bequeme Handhabung zulässt. Bei kurzen Blasen kann die Richtkraft so klein werden, dass dieselbe die Bewegungshindernisse entweder gar nicht oder nur zum Theil zu überwinden vermag, so dass also je nach der ertheilten Neigung die Abstände von der Ruhelage mehr oder weniger gross sind, der mittlere Einstellfehler also einen relativ hohen Betrag annehmen muss.

Dies entspricht der bekannten Thatsache, dass kleine Blasen sehr träge sind. Besonders stark tritt dieser Umstand hervor, wenn die Libelle „klebt". Die Blase haftet dann an den am Glaskörper sitzenden Theilchen. Der Flüssigkeitsrand widersetzt sich in Folge der Oberflächenspannung, man möchte sagen, fast wie ein fester Körper, der Deformation durch das Hinderniss, bis erst nach weiterer Zunahme der Richtkraft der Widerstand ruckweise überwunden wird. Für grössere Richtkräfte, also Blasengrössen, sind derartige Hindernisse weniger schädlich. So z. B. war eine Libelle, welche merklich angesetzt hatte, bei Blasengrössen bis zu 10 und 12 Skalentheilen kaum brauchbar, bei Blasengrössen bis zu 20 Theilen zeigte der Gang noch immerhin merkliche Unregelmässigkeiten, bei Blasengrössen über 20 Theilen, besonders bei 28 bis 30 war der Einfluss nicht mehr festzustellen. Da nun die Richtkraft eine Funktion der Blasengrösse ist, so muss auch, wenn bei verschiedenen Blasengrössen stets dieselbe Neigung ertheilt wird, der durch die Bewegungshindernisse jedesmal veranlasste Abstand von der Ruhelage mit der Blasengrösse abnehmen. Dadurch erklärt sich die bekannte Thatsache, dass die Angaben der Libellen mit wachsender Blasengrösse abnehmen. So fanden sich z. B. für die 3,4″ Libelle bei Neigungen von 10″ die folgenden Angaben:

Temperatur C.°	Blasenlänge P. L.	Angabe ″
17,5	1,6	3,95
16,3	3,3	3,68
16,6	6,1	3,50
17,2	9,2	3,49
17,6	15,2	3,45
17,4	21,0	3,45
17,0	25,3	3,46

Bei Libellen, welche „kleben", ist natürlich die Aenderung eine weit bedeutendere. Die Bestimmung der Angabe einer Kammerlibelle bei verschiedenen Blasengrössen und konstanter Temperatur bietet demnach ein werthvolles Mittel zur Prüfung der Güte der Libellen. Das erwähnte Instrument zeigt von 6 Strichen ab keine Aenderung der Angabe mehr, dasselbe ist also als gut zu bezeichnen[1]).

Zu 2. — In ähnlicher Weise wie von der Blasenlänge ist, wenn diese letztere für dieselbe Libelle konstant ist, auch die Richtkraft abhängig von der Grösse der ertheilten Neigungen; je grösser die Neigungen, je grösser ist die Richtkraft ($P = B\alpha$). Sollen daher kleine Neigungsänderungen, wie z. B. die von den Schwankungen des auf einem Stativ aufgestellten Instrumentes herrührenden, gemessen werden, so muss, um die Richtkraft möglichst zu steigern, die Blasenlänge entsprechend gross genommen werden. Aus demselben Grunde nun, aus welchem mit der Blasengrösse die Angabe innerhalb gewisser Grenzen einer Veränderlichkeit unterworfen ist, gilt dies für die Bestimmung der Angabe aus verschiedenen Neigungen. So betrug z. B. für eine Libelle, welche sehr stark angesetzt hatte, so dass zahlreiche Flocken in der Flüssigkeit schwammen, und dieselbe in Folge dessen ganz unbrauchbar war,

bei Neigungen von	5″	7,5″	10″	20″	30″	40″	50″	60″,
die Angabe:	45″	30″	14,7″	8,0″	8,5″	7,7″	7,3″	7,7″.

[1]) Die Libelle ist vorher sorgfältig auf regelmässigen Schliff geprüft worden; nur am Anfang der Theilung zeigte sich ein merklicher Fehler, die Stelle ist daher bei der vorstehenden Bestimmung nicht benutzt.



Bei tadellosen Libellen darf der Einfluss kaum merklich sein; z. B. fand sich für eine durchaus gute Libelle von 9,5″ Angabe bei Neigungen von 10 bis 120″ die grösste Abweichung der Angabe 0,21″. Es ist daher zu empfehlen, die Libellen durch Bestimmung der Angabe bei verschiedenen Neigungen nach dieser Richtung hin zu prüfen. Die Angabe einer Libelle wird ermittelt durch Herstellung bestimmter Neigungen α durch den Neigungsapparat und Ablesung der zugehörigen Ausschläge n in Skalentheilen. Daraus findet sich die Angabe $A'' = \alpha''/n$; ist hiervon α fehlerfrei, so ist $d\,A = (\alpha/n^2)\;d\,n = (A''/n)\;d\,n$, d. h. der Fehler der Bestimmung der Angabe ist um so kleiner, je grösser der Ausschlag genommen wird. Mit Rücksicht auf das soeben Gesagte ist es daher rathsam festzustellen, ob auch bei ganz geringen und langsam eintretenden Neigungen entsprechend dem Ausschlage von 1 bis 2 Skalentheilen die Angabe genügend zuverlässig ist, da gerade bei solch geringen Neigungen die Libelle benutzt werden soll[1]. Bei der Prüfung von Libellen auf Schlifffehler muss dieser Umstand besonders beachtet werden, die Neigungen sind möglichst gleichmässig zu ertheilen.

Zu 3. — Betrachten wir nun Libellen von verschiedenen Angaben bei kleinen, aber gleichen Bogenausschlägen, wie sie in der Regel beim Gebrauch der Instrumente vorkommen, so sind die Richtkräfte proportional den Angaben ($P = B\,A$, dabei B konstant), d. h. je grösser die Angabe ist (je kleiner der Krümmungsradius), um so zuverlässiger stellt sich dieselbe in die Ruhelage ein, um so kleiner ist der Fehler in Skalentheilen gerechnet. Der Fehler in Winkelmaass müsste demnach — abgesehen von den Bewegungshindernissen und bei sonst gleichen Umständen — für Libellen verschiedener Angaben bei gleichen Bogenausschlägen gleich sein. Die Bewegungshindernisse hemmen jedoch den Lauf der sich schneller bewegenden Blase bei den stärker gekrümmten Libellen mehr wie die langsam fortschreitende Bewegung der Blase bei den schwächer gekrümmten Libellen. Das Maass für diese Beeinflussung der Richtkraft liefern die mitgetheilten Fehlerbestimmungen bei gleichen Bogenausschlägen. Der Fehler in Skalentheilen ist nach den aus den Beobachtungsreihen abgeleiteten Beziehungen umgekehrt proportional der Quadratwurzel aus den Angaben.

Zu 4. — Werden Libellen von verschiedener Angabe um gleiche Beträge α in Winkelmaass geneigt, so sind die Richtkräfte ($P = B\,\alpha$, dabei B konstant) unter sonst gleichen Umständen gleich; die Blasen müssten mit gleicher Geschwindigkeit und Energie der Ruhelage zustreben, der Fehler in Bogenmaass also derselbe sein, der Fehler in Winkelmaass mit der Angabe wachsen. Dieses Verhältniss wird nun aber geändert durch den Einfluss der Bewegungshindernisse, welche auf die schwach gekrümmte Libelle stärker einwirken werden, da die Blase einen weiteren Weg zu durchlaufen hat. Zunächst lässt sich annehmen, dass die Fehlergrösse mit der Wegelänge wachsen muss. Für die Fehlerbestimmung bei derselben Blasenlänge bei der konstanten Neigung 20″ fanden sich die Fehlerwerthe wie bei den früheren Reihen. Die Uebereinstimmung war allerdings zu erwarten, da die Ausschläge nur bei den sehr empfindlichen und den sehr groben Libellen Unterschiede zeigen, die in Betracht kommen könnten. Die gleichzeitige Beobachtung der 3,4″ Libelle mit der 54,8″ Libelle ergab bei der erwähnten Neigung von 20″ die Fehlerwerthe für die

3,4″ Libelle . . . . 0,079 P. L. = 0,27″,
54,8″ „ . . . . 0,026 „ = 1,42″,

[1]) Die beste Bestimmung der Angabe wird erhalten durch Benutzung sämmtlicher Theilstriche der beim praktischen Gebrauch in Frage kommenden Skalenabschnitte.

also auch in Uebereinstimmung mit den früheren Beobachtungen. Der Fehler ist demnach für kleine, gleich grosse Winkelausschläge ebenso wie für kleine und gleiche Bogenausschläge für Libellen verschiedener Angabe proportional der Quadratwurzel aus der Angabe.

Fassen wir kurz die Resultate des zu 3 und 4 Gesagten zusammen, so sehen wir, dass, wenn uns die Praxis die Aufgabe stellt, kleine Neigungen gegen die Horizontale oder geringe Schwankungen eines Instrumententheiles möglichst scharf in Winkelmass auszudrücken, wir dazu schwach gekrümmte Libellen zu benutzen haben, da für alle Libellen bei gleichen Neigungen die Richtkräfte gleich sind. Soll dagegen mittels der Libelle ein Instrumenttheil in eine bestimmte Lage eingestellt werden, so werden wir die grosse Richtkraft der stark gekrümmten Libellen auszunutzen haben und je nach der erforderlichen Genauigkeit eine entsprechende Angabe wählen, wozu uns die Beziehung für die Eigenfehler der Libelle $0{,}09 \cdot \sqrt{A}$ dienlich sein kann.

7. Einfluss der Temperatur.

Bei den bisher angestellten Betrachtungen war ganz abgesehen worden von dem Einfluss der Temperatur auf die Libellen. Zur Ermittlung des Temperatureinflusses auf die Grösse des Fehlerwerthes könnte auf die Beobachtungen von Seite 316 zurückgegriffen werden, welche bei Temperaturen von -4° bis $+27^\circ$ angestellt wurden. Bei denselben ist jedoch keine Regelmässigkeit der zahlreichen ermittelten Einzelwerthe zu erkennen, dieselben schwankten vielmehr ganz unregelmässig um die dort nachgewiesenen Mittelwerthe. Eine regelmässige Beeinflussung des Fehlerwerthes durch die Temperatur, etwa in Folge der Aenderung der Beweglichkeit der Flüssigkeit und der Adhäsion scheint demnach innerhalb der Gebrauchstemperaturen nicht vorzuliegen, ist damit aber auch noch nicht ausgeschlossen. Jedenfalls lässt sich der Einfluss nicht so leicht feststellen, da für eine eventuell gefundene Regelmässigkeit der Beziehung nachzuweisen wäre, ob dieselbe herrührt vom Einfluss der Temperatur auf die Libelle selbst und die Blasengrösse, den Gang des Apparates, und bei extremen Temperaturen auch auf den Beobachter.

Immerhin aber macht sich bei den gewöhnlichen Gebrauchstemperaturen ein Einfluss auf den Fehlerwerth nicht bemerkbar und dementsprechend dürfen auch die bei den verschiedenen Beobachtungen vorliegenden Temperaturänderungen, welche bis zu 8° gehen (vergl. Tabelle von Seite 313) ausser Acht gelassen werden, d. h. natürlich nur dann, wenn der ganze Libellenkörper eine gleichmässige Temperatur hat, wie es bei den für die Beobachtungen getroffenen Schutzvorrichtungen der Fall gewesen ist.

Bekanntlich ist das grösste Hinderniss für gute Libellenbeobachtungen ungleichmässige Erwärmung der Libelle, in Folge deren durch die Aenderung des Gleichgewichtszustandes und der Adhäsion die Blase nach der Seite hin verschoben wird, an welcher der geringere Druck und die geringere Adhäsion stattfindet, also nach der wärmeren Seite hin.[1])

Bei einigen an Libellen verschiedener Angaben mit gleichen Wärmequellen angestellten Versuchen fand sich der Ausschlag in Theilungsintervallen annähernd umgekehrt proportional der Angabe, so dass der Ausschlag in Winkelmaass für ver-

[1]) Interessante Versuche hierüber hat Peltier angestellt. Vergl. Grunert's *Archiv Theil 7, Seite 1.* Mittheilung aus dem Sitzungsberichten der *Soc. Philom. de Paris.*



schiedene Libellen annähernd als gleich angenommen werden kann. Die einzigen Mittel zur Beseitigung dieses Einflusses sind sorgfältige Behandlung und geeignete Umhüllungen, wie sie für bessere Libellen ja stets vorgesehen werden. Die Umhüllungen müssen so beschaffen sein, dass die Blase ganz von der Seite her sichtbar bleibt und die Schärfe der Einstellung nicht dadurch beeinträchtigt wird.

Der Einfluss der Temperatur auf die Libelle macht sich aber auch noch nach einer anderen Richtung hin geltend, nämlich durch die Einwirkung auf die Angabe. Man vermeidet eine schädliche Beeinflussung der Beobachtungen, welche für den praktischen Gebrauch nur bei der Neigungsbestimmung mittels der Libelle in Betracht kommen kann, dadurch, dass man die Angabe bei verschiedenen Temperaturen bestimmt und danach den Werth für die Angabe nach der jeweiligen Beobachtungstemperatur (eventuell Blasengrösse) entnimmt.

Die Aenderungen des Theilwerthes können ziemlich hohe Beträge erreichen. Die Ursache dieser Erscheinung ist noch nicht genügend bekannt.

Nimmt mit steigender Temperatur die Angabe ab, — und das wird in den meisten Fällen zutreffend sein — so kann man wohl annehmen, da einer Verringerung der Angabe eine Vergrösserung des Radius der Schliffkurve entspricht, dass die Ursache in einer Abflachung der Krümmung zu suchen ist, welche durch eine grössere Dehnung in der Längsrichtung als in der Querrichtung sich erklären würde. Sind dann für Libellen verschiedener Krümmung die Dimensionen gleich, so entspricht einer gleichen Aenderung der Pfeilhöhe der Kurve auch eine gleiche Aenderung der Angabe für alle Libellen, so dass also im Vergleich zur Angabe die Aenderung derselben für empfindliche Libellen eine relativ grössere und für den praktischen Gebrauch störender wäre als für grobe Libellen, für welche besonders auch der Einfluss gegenüber den Fehlern der Angabenbestimmung verschwindet.

Um nun eine Kenntniss der Grösse des Temperatureinflusses zu erlangen, und Libellen verschiedener Angaben und Dimensionen einer Vergleichung unterziehen zu können, wurden für eine Anzahl Libellen die Angaben bei verschiedenen Temperaturen zwischen $-4°$ und $+28°$ ermittelt. Die Beobachtungen sind genau in der früher beschriebenen Weise mit denselben Vorsichtsmaassregeln ausgeführt. Die erforderlichen Temperaturunterschiede lieferte die Aenderung der Zimmertemperatur durch Oeffnen der Fenster im Winter und Einheizen. Bei Herstellung der höheren Wärmegrade wurde der Beobachtungsraum zunächst überheizt und dann, sobald sich nach dem Zurückgehen des Maximums konstante Temperatur zeigte, die Beobachtung vorgenommen. Ein anderes Mittel zur Herstellung der Temperaturunterschiede stand mir nicht zur Verfügung. Die angewendete Methode ist zwar nicht ganz einwurfsfrei, für den vorliegenden Zweck aber genügend.

Auf die Bestimmung der Angabe wirkt nun zunächst der Schliff- und Theilungsfehler der Libelle ein; derselbe muss entweder durch Bestimmung des Theilwerthes längs der ganzen Skale oder, was für den vorliegenden speziellen Zweck wohl besser ist, durch Benutzung stets derselben Theilstriche unschädlich gemacht werden. Dieses letztere ist aber für gewöhnliche Libellen wegen der Aenderung der Blasenlänge mit der Temperatur nicht streng durchführbar, während bei Kammerlibellen stets genau dieselben Blasenlängen und Theilstriche benutzt werden können. Dementprechend ist bei den Beobachtungen verfahren; selbstverständlich sind immer nur dieselben Schraubenstellungen für jedes Instrument benutzt.

Der Fehler der Bestimmung der Angabe ist nach Seite 354 $m_A = (A/n) \cdot dn$; wird für dn der entsprechende Werth $m_t \sqrt{2}$ eingeführt, so ist $m_A = C\sqrt{2}\,A/n$. Nimmt



man als Fehlergrenze das Dreifache des mittleren Fehlers, so hat man damit die Grenze, um welche die einzelnen Bestimmungen der Angabe von einander abweichen dürfen und innerhalb welcher eine Erklärung der etwaigen Differenzen aus irgend welchen bestimmten Einwirkungen unzulässig ist. Die folgende Tabelle I. giebt eine Uebersicht über die gewonnenen Resultate für 21 Instrumente von den angeführten Angaben und Dimensionen, geordnet nach diesen letzteren, während Tabelle II. für einige Instrumente die einzelnen Bestimmungen speziell nachweist.

Tabelle I.

Nummer	Länge des Glasrohres	Aeusserer Durchmesser	Mittlere Angabe	Fehlergrenze für die Bestimmung der Angabe	Grösste Abweichung der Einzelbestimmungen der Angabe	Ueberschreitung der Fehlergrenze. Fehlergr. — Gr. Abw.
	mm	mm	"	"	"	"
1†	164	18	39,4	0,8	0,40	+ 0,40
2†	153	18	22,2	0,4	0,30	+ 0,10
3†	143	18	1,2	0,1	0,12	— 0,02
4	140	15	3,4	0,2	1,55	— 1,35
5*	132	15	9,5	0,3	0,17	+ 0,13
6	130	15	15,0	0,5	1,80	— 1,30
7*	128	15	13,7	0,7	0,47	+ 0,23
8*	120	14	16,4	0,5	0,75	— 0,25
9*	116	15	11,5	0,5	0,34	+ 0,16
10†	114	14	14,0	0,3	0,18	+ 0,12
11†	114	14	14,0	0,3	0,06	+ 0,24
12	110	14	11,0	0,6	0,85	— 0,25
13*	95	14	7,5	0,5	3,09	— 2,59
14*	90	14	14,4	0,5	0,41	+ 0,09
15†	84	13	15,5	0,4	0,40	0,00
16*	83	14	19,4	0,7	0,35	+ 0,35
17*	83	13	54,4	1,3	1,26	+ 0,04
18†	83	14	31,2	1,5	1,30	+ 0,20
19*	75	14	25,0	0,9	0,41	+ 0,49
20†	68	13	30,0	1,5	1,50	0,00
21†	67	12	43,0	1,5	0,90	+ 0,60

Für die mit * bezeichneten Nummern sind die Angaben durch Bestimmung längs der ganzen Skale ermittelt und die Werthe nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet; für die übrigen Instrumente sind stets dieselben Theilstriche (also Bogenstücke) benutzt.

Die mit † bezeichneten Nummern waren nicht gefasst.

Die letzte Spalte der Tabelle I zeigt, dass für 16 von den 21 Libellen die Fehlergrenze nicht überschritten wird[1]); es zeigen nur die Nummern 4, 6, 8, 12 und 13 grössere Abweichungen, die nicht ohne Weiteres den Beobachtungsfehlern zur Last gelegt werden können. Für einige Libellen sind die Angaben sehr gleichmässig, wie z. B. für die in der Tabelle II. zuerst aufgeführten drei Instrumente Nr. 5, 9 und 3; überhaupt überschreiten bei vier Libellen die grössten Abweichungen nicht 0,2″, bei 11 Libellen nicht 0,4″; für die ersteren liegt die Angabe zwischen 1,2″ und 14,0″, für die letzteren zwischen 1,2″ und 39,4″, ein Zeichen, dass Instrumente von so verschiedenen Angaben und Dimensionen genügend konstante Angaben haben können.

[1]) Dabei ist Nr. 3. mit 0,02″ Ueberschreitung nicht als solche gerechnet.

Tabelle II.

Nr. des Instrum. in Tab. I	Temp. C.°	Ang. "	Nr. des Instrum. in Tab. I	Temp. C.°	Ang. "
5	− 4,3	9,59	12 mit Kammer	+ 5,0	11,6
	+ 9,0	9,50		+13,0	10,8
	+18,7	9,50		+14,0	11,2
	+25,7	9,42		+15,0	10,75
9	− 4,5	11,69		+21,0	11,2
	+ 9,0	11,49		+25,0	11,3
	+19,0	11,35	6 mit Kammer	+ 3,0	16,4
	+27,0	11,50		+ 8,0	15,4
3	+ 7,0	1,16		+13,0	14,7
	+14,0	1,20		+14,0	14,9
	+22,0	1,28		+16,0	15,0
4 mit Kammer	+ 3,0	4,90		+17,4	14,9
	+ 8,0	4,20		+20,0	15,0
	+12,0	3,75		+21,0	15,4
	+14,0	3,65		+23,0	15,55
	+16,0	3,50		+24,0	15,6
	+20,0	3,35	8	− 4,0	16,17
	+24,0	3,50		+ 9,0	16,03
13	− 2,2	9,38		+18,0	16,60
	+ 9,0	8,54		+20,5	16,40
	+19,7	6,80		+21,6	16,60
	+27.7	6,27		+28,0	16,92
20	+ 7,0	31,1	17	− 2,1	53,55
	+16,0	30,5		+ 9,0	54,16
	+17,3	30,2		+22,8	54,81
	+21,6	29,8			
	+22,6	29,6			

Vier von den fünf die Fehlergrenze überschreitenden Libellen zeigen ein Abnehmen des Theilwerthes mit steigender Temperatur, nämlich die Nummern 4, 13, 12 und 6 (vergl. Tafel II); überraschend gross ist die Aenderung für Nr. 13, eine sonst sehr gute Libelle. Ausser diesen 4 zeigten allerdings innerhalb der Fehlergrenze noch 8, im Ganzen also 12 Libellen ein ähnliches Verhalten, wie z. B. Nr. 5, 9 und 20. (Vergl. Tafel II.)

Ganz abweichend davon ist aber das Verhältniss bei der Libelle Nr. 8, welche ein Wachsen der Angabe mit steigender Temperatur zeigt, also der früher gegebenen Erklärung einer Abflachung der Krümmung und stärkerer Dehnung in der Längsrichtung widerspricht. Ein gleiches Verhalten tritt noch bei vier anderen Libellen hervor, wie z. B. Nr. 17, allerdings auch wieder innerhalb der Fehlergrenze. Bei Nr. 4, 12 und 6 tritt für die niederen Temperaturen ein Abnehmen, für die höheren wieder ein schwaches Zunehmen des Theilwerthes, also gewissermaassen eine Kombination der beiden vorgenannten Erscheinungen hervor. Durch eine zufällige Fehlergruppirung lässt sich dieser Umstand nicht erklären, da die Beobachtungen häufig wiederholt sind; merkwürdiger Weise sind gerade diese Instrumente, Nr. 4, 12 und 6, Kammerlibellen und die Theilwerthe mit grosser Schärfe stets bei denselben Theilstrichen und mit denselben Blasenlängen bestimmt. Betrachtet man das Abnehmen des Theilwerthes mit wachsender Temperatur als den normalen Vorgang, so wären die anderen Fälle als Abweichungen zu bezeichnen, die sich vielleicht erklären lassen aus dem Einfluss der Fassungen, welche Spannungen erzeugen

können, (keine ungefasste Libelle zeigt ein Ansteigen des Theilwerthes) und bei den Kammerlibellen vielleicht durch die Scheidewand. Eine gute Lagerung des Glasrohrs ist erforderlich, und es ist unbedingt geboten, den Einfluss der Fassung bei verschiedenen Temperaturen zu prüfen.

Aus der Tabelle I ist ein besonderer Einfluss der Rohrlänge auf die Aenderung der Angabe nicht zu erkennen. Die sehr langen Libellen Nr. 1 und 2 zeigen ebenso wie z. B. die kurzen, Nr. 14, 15 und 16, kaum eine Aenderung der Angabe, im Maximum nur 0,41″, während andererseits wieder die Nr. 4, 13 und 20 mit Rohrlängen von 140, 95 und 68 *mm* ein starkes Abnehmen des Theilwerthes mit wachsender Temperatur zeigen, und endlich die Kammerlibellen das erwähnte abweichende Verhalten zu erkennen geben. Es würde daher immerhin noch von Interesse und Vortheil sein, die Versuche fortzusetzen, und Libellen von verschiedenen Angaben und gleichen Dimensionen, sowie gleichen Angaben und verschiedenen Dimensionen aus geeigneten Glassorten herzustellen und auf die besprochene Veränderlichkeit hin speziell zu prüfen. Danach würden dann diejenigen Dimensionen und Gläser zu bestimmen sein, welche die geringsten Aenderungen der Angabe zeigen, wobei vielleicht mehr die Beschaffenheit des Glases und Rohres in Betracht kommen wird als die Dimensionen.

Dass es Libellen giebt, welche eine sehr gleichmässige Angabe haben, und die Aenderung derselben durch die Temperatur nicht ein unvermeidliches Uebel

Nummer der Sorte	Angabe auf 1 Theilstrich = 2 *mm* (bezw. = 1 P. L.)	Länge des Rohres	Aeusserer Durchmesser des Rohres	Anzahl der Theilstriche	Blasenlänge bei mittlerer Temperatur	Verwendung
		mm	*mm*		Striche	
1 mit Kammer	7″ bis 9″	140bis130	16	50	—	**Nivellirung I. Ordnung** (Landes-Präzisions-Nivell.) und **Triangulirung I. Ordnung.**
2 mit und ohne Kammer	12″ „ 15″	130 „ 120	16 bis 15	50	30 bis 25	**Nivellirung II. Ordnung** (Hauptnivell. für technische Zwecke; Eisenbahn-Strombau-Präzisions-Nivell.) und **Triangulirung II. Ordnung.**
3	20″ „ 25″	110	15	40	25 „ 20	**Nivellirung III. Ordnung** (Netznivell. für ausgedehntere Flächenaufnahmen; Nivell. von Städten, Meliorationsgebieten u. dgl. und **Triangulirung III. Ordnung.**
4	30″ „ 35″	100	15	40	20	**Nivellirung IV. Ordnung** (Flächennivell. für Detailarbeiten; Vorarbeiten für Wiesenbauten, Drainagen u. s. w.) und **Triangulirung IV. Ordnung.**
5	40″ „ 45″	90	14	30	20 bis 15	Querprofilaufnahmen, Nivell. von Bauplätzen u. s. w. und für kleine Theodolite.

ist, wurde schon erwähnt; man vergleiche nur die Instrumente Nr. 3, 5, 10 und 11; andererseits zeigen sonst sehr gute Libellen, wie z. B. Nr. 4 und 13, ganz bedeutende Aenderungen.

Da nun, wenigstens nach den Resultaten der geprüften 21 Libellen, den Dimensionen kein besonderer Einfluss beigelegt werden kann, so würde es sich wohl als das Zweckmässigste empfehlen, die mittleren gebräuchlichen Dimensionen zu wählen, also eine Rohrlänge von etwa 130 bis 90 *mm* bei einem äusseren Durchmesser von 16 bis 14 *mm*. Ist es dann gelungen, Glasröhren herzustellen, welche sowohl bei Temperaturänderung keine Deformationen zeigen, als auch widerstandsfähig gegen den Angriff der Flüssigkeit zur Vermeidung von Ausscheidungen sind, so würde es weiterhin ebenso im Interesse der Techniker wie Mechaniker liegen, wenn eine Regelung dahin getroffen würde, dass an Stelle der augenblicklich so sehr verschiedenen und ganz willkürlichen Libellenanordnungen sowohl in Bezug auf die Angabe wie auch die Dimensionen eine beschränkte Anzahl ganz bestimmter „Nummern" eingeführt würde, so dass der Techniker je nach den Anforderungen die ihm passende Nummer vorschreiben kann.

So würde z. B. die vorstehende Eintheilung vielleicht den Anforderungen der Praxis genügen.

Bonn, März 1890.

Neuer Kurvenmesser.

Von
Cand. math. **K. Demmel** in Halle.

Die Betrachtung der Eigenschaften der Parallelkurven und ihrer Grundkurve haben mich zur Konstruktion eines neuen Kurvenmessers geführt, welchen ich hier kurz beschreiben will. Das Prinzip beruht in folgenden zwei Sätzen der ebenen Parallelkurven:

1. Die Normale einer Kurve ist zugleich auch Normale ihrer Parallelkurve.
2. Wenn zu beiden Seiten einer beliebigen ebenen Kurve und in gleichem Abstande von ihr je eine Parallelkurve gezogen ist, und es entsprechen einem Bogenelemente ds der Grundkurve bezw. die Bogenelemente $d\sigma_1$ und $d\sigma_2$ der Parallelkurven, so ist:

$$ds = \frac{d\sigma_1 + d\sigma_2}{2}.$$

Fig. 1.

Diese beiden Sätze sind in folgender Weise verwerthet worden: An den Enden einer metallenen Axe AB (Fig. 1) und um dieselbe drehbar sind zwei Zahnräder C und D von gleicher Grösse und zu einander parallel stehend angebracht. AB ist wieder um eine senkrecht zu ihr in ihrer Mitte angebrachte Axe E leicht drehbar. Führt man nun die Axe E in einer beliebigen Kurve und lässt die Räder C und D in einer Ebene laufen, so stellt sich die Axe AB stets senkrecht zu dieser Kurve und die Räder C und D beschreiben Parallelkurven zu derselben; da ferner $CE = DE$ ist, so findet bezüglich der Länge der Parallelkurven und der Grund kurve auch der zweite Satz Anwendung. Verbindet man nun die beiden Zahnräder C und D mit je einem Zählwerk F und G, welche die Bewegung der Räder genau

angeben, so lässt sich die Summe der Längen der Parallelkurven und damit die Länge der Grundkurve bestimmen.

Bei einer zweiten Anordnung ist nur ein Zählwerk nöthig. An die Stelle der Axe E in Fig. 1 setze ich das Zahnrad E in Fig. 2, welches von gleicher Grösse wie C und D ist. Die beiden Seitenräder C und D werden auch jetzt noch, wenn sie nur, was stets vorausgesetzt ist, zu gleiten verhindert sind, die Axe AB senkrecht zu der Kurve stellen, in welcher ich das Rad E laufen lasse. Da nun das Rad E senkrecht zur Axe AB steht, wird es durch die Räder C und D tangential an die Kurve in jedem ihrer Punkte gestellt. Verbinde ich das Zahnrad E mit einem Zählwerk F, so ist die Länge der durchlaufenen Kurve sofort durch die Ablesung am Zählwerk gefunden.

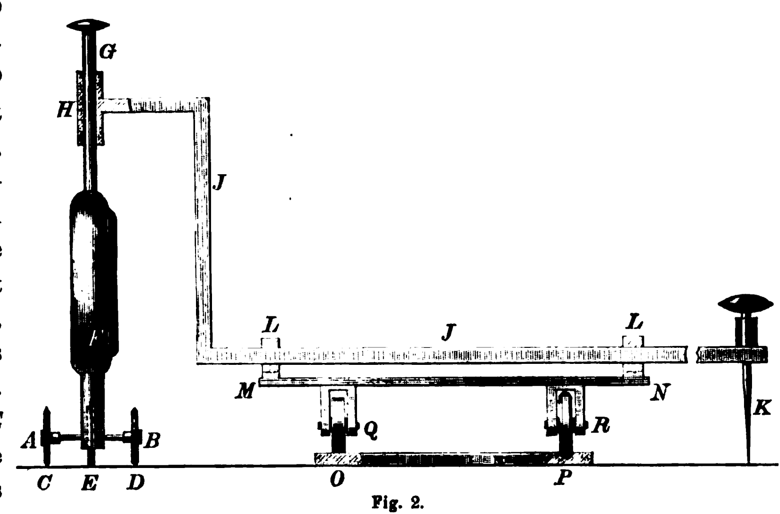


Fig. 2.

Die drei Räder in der zweiten Anordnung brauchen durchaus nicht auf derselben Axe zu sitzen, sondern die beiden Seitenräder können anderweitig mit dem Zählwerk verbunden sein, wenn nur die Mittelpunkte der drei Räder in einer Vertikalebene und ihre Berührungspunkte mit der Papierfläche in einer Graden liegen. Für die Seitenräder A und C wird es vortheilhaft sein, wenn sie scharfe Zähne haben, um das Gleiten zu verhindern; es wird aber dann rathsam sein, das Instrument nicht auf der Karte unmittelbar zu führen, sondern auf einem Lauffeld, welches nur für die Räder bestimmt ist und das Beschädigen der Karte verhindert.

Dieser Theil des Kurvenmessers in seinen beiden Anordnungen ist der wesentlichste des ganzen Instruments, die andern beiden Theile, die das Instrument erst vervollständigen, dienen nur zur Führung des ersten Theils. Es ist nämlich nöthig, das Zählwerk bezügl. die Zählwerke stets senkrecht zur Ebene der Zeichnung zu führen, d. h. sie um eine vertikale Axe leicht drehbar zu machen. Dies geschieht mittels des eigentlichen Fahrapparates. Bei der ersten Anordnung (Fig. 1) fügt sich dieser Apparat leicht an den senkrecht zur Axe E angebrachten Arm J an und E dient zugleich als vertikale Führungsaxe der Zählvorrichtung. Bei der zweiten Anordnung (Fig. 2) ist die Führungsaxe G in der Ebene des Zahnrades E angebracht und von einer um sie leicht drehbaren Hülse H umgeben. Mit dieser ist der zweimal rechtwinklig umgebogene Arm J verbunden, welcher die Laufvorrichtung und an seinem Ende den Fahrstift K trägt. Die Anordnung der Laufvorrichtung ist aus Fig. 2. leicht ersichtlich. Mit den Bügeln L, durch welche sich der Arm J bei der Bewegung des Fahrstiftes geradlinig verschiebt, ist der Träger MN für die Axen der Räder Q und R, welche in den Schienen O und P laufen, fest verbunden.

Durch beide Anordnungen ist es, wie leicht ersichtlich, erreicht, dass sich die Räder *C*, *D* in Strecken, deren Summe proportional, und das Rad *E* der Zählvorrichtung in einer Strecke, welche gleich der mittels des Fahrstiftes *K* durchlaufenen Strecke ist, bewegen. Die Ablesung in der Zählvorrichtung ergiebt daher, wenn der Apparat gut gearbeitet und richtig justirt ist, die richtige Länge der auf der Karte umfahrenen Strecke.

Anm. d. Red. Die der Einrichtung zu Grunde liegende Idee ist nicht uninteressant. Sieht man zunächst von allen Reibungswiderständen in den Theilen des Apparates ab, unter der gleichzeitigen Annahme, dass die Bewegungen ganz exakt erfolgen und die Rädchen nur rollende Bewegungen ausführen können, so könnte ein solcher Apparat brauchbar sein für Kurven, deren kleinster Krümmungsradius nicht unter der Entfernung *CE* oder *DE* (vgl. Fig.) liegt. Wie weit aber jene Voraussetzungen bei einem ausgeführten Apparate zutreffen und wie weit namentlich es möglich sein wird, die tiefsten Punkte der Räder *CED* stets gleichzeitig und mit genügender Reibung auf dem Lauffelde ruhen zu lassen, müsste erst durch den Versuch erwiesen werden.

Referate.

Neue seismometrische Instrumente.

Von E. Brassart. *Annali della meteorologia italiana.*

Es liegen uns zwei neue Abhandlungen über Seismometer von Ermanno Brassart, Mechaniker des Geodynamischen Instituts in Rom, vor.

In Italien, wo die seismischen Erscheinungen sehr häufig sind, wird der Beobachtung dieser Phänomene grosse Aufmerksamkeit geschenkt; nur besitzen die Stationen leider nicht gleichartige Instrumente, so dass die erhaltenen Daten oft unvergleichbar oder wenigstens nicht ganz verlässlich sind. Die Seismometrie ist andererseits noch lange nicht auf einem hohen Standpunkt der Vollkommenheit angelangt, und es darf daher nicht Wunder nehmen, wenn trotz der grossen Aufmerksamkeit, die man z. B. in Japan und Italien diesem Gegenstande seit längerer Zeit widmet, noch immer das Streben der Sachverständigen auf die Besserung des Beobachtungsmaterials gerichtet sein muss. Vorzüglich war der Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Tacchini in Rom, bestrebt, ein gleichartiges Instrument für alle Stationen Italiens zu erhalten und beauftragte den verdienstvollen Mechaniker Brassart mit einschlägigen Studien und bestimmten Vorschlägen für die Konstruktion zweckentsprechender Instrumente.

In der ersten der genannten Abhandlungen liefert Brassart eine kritische Beschreibung der in Japan üblichen Instrumente, wobei er sich die Mühe nimmt, die in den *„Transactions of the Seismological Society of Japan“*, dann in Milne's *„Suggestions for sistematic observations of Eearthquakes“* enthaltenen Beschreibungen (vgl. *diese Zeitschr. 1885, S. 217. 308*) — im Interesse des Lesers — zu ergänzen und die fehlenden Zeichnungen auf Grund der Beschreibungen auszuführen.

Im Ganzen und Grossen findet Verfasser, dass die in Japan im Allgemeinen angewendeten Prinzipien für die Konstruktion der Instrumente zwar gut sind, dass er aber kein einziges der letzteren als Typus eines verlässlichen Apparates wählen würde. Vorzüglich bemängelt er die überall vorhandene Nothwendigkeit einer Rektifikation durch den Beobachter. Nur die Pendelinstrumente, dann jene mit halbkugelförmiger Basis, endlich die Seismometer mit rotirenden Massen bedürfen keiner weiteren Rektifikation als jener der Horizontalstellung der Basis. Unter diesen drei Gattungen zieht Brassart die erstere vor. Jedenfalls müsste bei der Konstruktion eines einheitlichen Typus auf grosse Einfachheit gesehen werden, damit erstens der ausführende Mechaniker in der Lage ist, die Theile vieler Instrumente genau gleich zu ergänzen, und zweitens die Aufstellung auch nach einer einzigen Norm geschehen kann. Auf Grund dieser Studien giebt Brassart am Schlusse

seiner Abhandlung die allgemeine Idee zur Anfertigung eines guten Instrumentes, sowie die Beschreibung eines von ihm bereits früher erdachten Apparates mit zwei stationären Massen.

In der zweiten Abhandlung beschreibt Verfasser ein neues vereinfachtes Instrument mit einer einzigen stationären Masse, welches bei den damit ausgeführten Proben gute Resultate lieferte und hier kurz beschrieben werden soll.

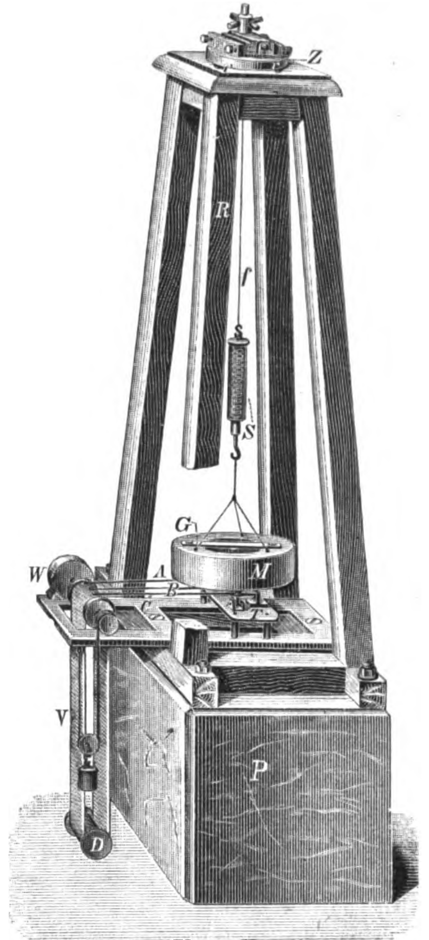


Fig. 1.

Ueber einer steinernen oder gemauerten Basis *P* (Fig. 1) erhebt sich eine solide hölzerne, aus vier Säulen gebildete, in der oberen und unteren Basis durch starke Rahmen zusammengehaltene Rüstung *R*, auf deren oberer Basis die hölzerne Scheibe *Z* auf drei Korkzylindern *r* ruht. Die Holzscheibe ist die Trägerin eines durch Schrauben nach allen Richtungen rektifizirbaren Hakens, an welchem die 1 *m* lange, aus ungedrehten Seidenfäden bestehende Schnur *f* hängt. Die Schnur trägt den 10 *kg* schweren gusseisernen Ring *M*; in die Schnur ist, wie aus der Figur zu ersehen, eine spiralförmige von einer Hülse umschlossene Feder *S* eingeschaltet. Die bisher beschriebenen Einrichtungen haben den Zweck, das Gewicht *M* immer in Ruhe zu erhalten, wenn auch die Basis Erschütterungen jedwelcher Art unterworfen wird und dies soll nach praktischen Erprobungen auch vollständig erreicht worden sein.

Auf dem Ringgewicht *M* ist die Traverse *G* befestigt, von deren Mitte ein mit einem Kügelchen endigender Stift *x* nach unten ragt. Die Basis *B* trägt das Tischchen *T*, auf welches die Bügel *a*, *b*, *c* (Fig. 2) aufgeschraubt sind, die den vertikalen Spitzenaxen dreier nebeneinander angeordneten Schreibhebel *A B C*) als Lagerung dienen. Die mit Schreibstift versehenen freien Enden spielen über der durch Uhrwerk fortbewegten Registrirfläche. Ausser diesen langen aus Holz gefertigten Schreibhebeln ist auf den Axen von *a* und *b* noch je ein flacher Arm befestigt. Diese Arme liegen nahe übereinander und stehen senkrecht zu einander; sie sind mit Längsschlitzen versehen, durch welche der Stift *x* hindurchragt und in denen er ohne Zwang spielen kann.

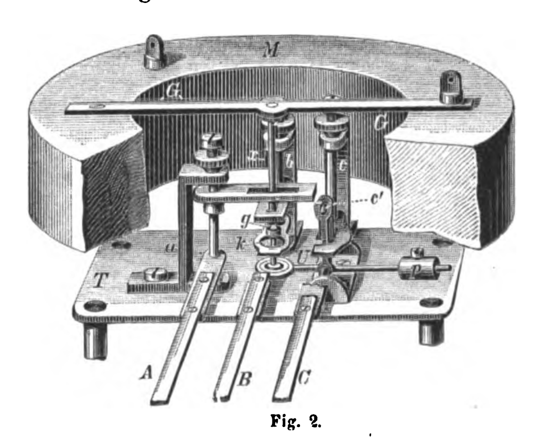


Fig. 2.

Wird durch einen Erdstoss der Basis und den darauf befestigten Instrumententheilen eine Bewegung mitgetheilt, so findet eine Relativbewegung der letzteren gegen den Stift *x* statt, da dieser vermöge der Trägheit der wie oben beschrieben entsprechend aufgehängten Masse *M* in Ruhe verbleibt. Diese Relativbewegung von *x* gegen die Axen der Hebel *a* und *b* bewirkt nun Drehungen der Hebel *A* und *B*, welche den Horizontalkomponenten der Erdbewegung entsprechen und diese werden auf der Registrirplatte verzeichnet. Für die Aufzeichnung der Vertikalkomponente

der Erdbewegung ist die erwähnte Kugelendigung des Stiftes x in dauernde Berührung gebracht mit dem ausgehöhlten oberen Ende einer kleinen Stange k. Diese steht durch ein kardanisches Gelenk mit einem um eine Horizontalaxe drehbaren Winkelhebel U in Verbindung, der durch ein Gegengewicht p die Stange k stets nach oben drückt. Der aufwärts gerichtete gegabelte Arm von U umfasst einen Stift C', welcher an dem dritten um die Axe c beweglichen Schreibhebel C befestigt ist. Die Ausschläge dieses Hebels werden neben denen für die Horizontalkomponenten des Stosses verzeichnet und geben ein Maass für dessen Vertikalkomponente. Die Aufzeichnung erfolgt in der zehnfachen Grösse der wirklichen Bewegungen.

Als Registrirfläche verwendet Brassart hier ein über den durch Uhrwerk W angetriebenen Zylinder gehängtes Papierband, dessen Enden zusammengeklebt sind. Dieses wird gespannt erhalten durch das Gewicht einer unten im Papierbande hängenden Rolle D. Das Band erhält eine Fortbewegung von etwa 10 *cm* in der Stunde und das Uhrwerk wird bei Eintritt eines Stosses durch ein seismoskopisch aufgehängtes Stäbchen ausgelöst.

Wie wir sehen, gründet sich die Genauigkeit des Apparates auf die Frage, ob die Masse M bei erfolgenden Erderschütterungen wirklich in Ruhe bleibt — die eigenthümliche Aufhängungsart soll dies in Bezug auf horizontale Bewegungen, die Spiralfeder in Bezug auf Vertikalstösse erleichtern, das Ganze aber vorzüglich die Trägheit der Masse bewirken. Brassart behauptet, dass mehrfache Experimente die Haltbarkeit seiner Voraussetzungen nachgewiesen haben. *E. Gelcich.*

Ein absolutes Elektrometer für Vorlesungszwecke.

Von A. M. Mayer, *American Journ. of Science. V. 39. S. 513. (1890).*

Der Apparat ist nichts anderes, als ein in grossem Maassstab und mit einfachen Mitteln hergestelltes Schutzringelektrometer von Thomson.

Eine dünne versilberte Glimmerplatte von etwa 16 *cm* Durchmesser ist an einer Spiralfeder aus Messingdraht horizontal aufgehängt; die durch Strohhalme versteifte Platte bewegt sich innerhalb des Schutzringes. Unter der Glimmerplatte und parallel zu ihr befindet sich eine mit der Erde verbundene Messingplatte, die in vertikaler Richtung verstellt werden kann. Auf der Säule, welche die untere Platte trägt, ist eine Millimetertheilung aufgebracht; ausserdem kann eine bestimmte Lage der Glimmerplatte mit Hilfe einer auf ihr befindlichen Marke und eines Fernrohres einvisirt werden.

Die Spiralfeder ist mit der einen Belegung einer Batterie Leydener Flaschen verbunden, deren andere abgeleitet ist. Angenäherte Potentialmessungen an der Batterie können mit einer einfachen Torsionswaage ausgeführt werden. Die verschiedene induktive Kapazität von Luft und Glas kann man leicht auf folgende Art zeigen: Man ladet die Glimmerscheibe und nähert die abgeleitete Platte soweit, bis eine merkliche Anziehung erfolgt; bringt man dann auf die Messingplatte eine Glasscheibe von 2 *cm* Dicke, so beträgt der durch die vermehrte Anziehung erzeugte erste Ausschlag der Glimmerplatte etwa 3 *cm*, ist also weithin sichtbar. Die Erscheinungen der elektrischen Absorption und des Rückstands können leicht an Paraffinscheiben demonstrirt werden. Die erwähnte Millimetertheilung, an der vertikalen Säule der Messingplatte, ermöglicht ungefähre Messungen der induktiven Kapazität verschiedener Substanzen und natürlich auch absolute Potentialmessungen; bei letzteren ist eine Korrektion anzubringen wegen der elektrostatischen Einwirkung der einzelnen Windungen der Spiralfeder auf einander.

Lck.

Waage zur schnellen Bestimmung der Dichtigkeit von Flüssigkeiten.

Von A. Buguet. *Journ. de Phys. élém. 5. S. 119. (1890.)*

Die Waage ist eine besonders für hydrostatische Wägungen bestimmte Schnellwaage. Ihre Einrichtung ist folgende. Der rechte, längere Balken trägt eine mit den Zahlen 1 bis 10 versehene Theilung, die seine Länge in 10 gleiche Stücke theilt; an seinem Ende hängt mittels eines dünnen Platindrahtes ein Glaskörper, der in Luft 15 g,

in Wasser von 15° C. dagegen 10 *g* wiegt. Der Glaskörper enthält ein Quecksilberthermometer, welches die Temperatur der zu untersuchenden Flüssigkeit, die bei der Messung stets 15° C. betragen muss, anzeigt. Der linke, kürzere Balken trägt ein Gegengewicht, welches so eingerichtet ist, dass der Balken horizontal hängt, wenn sich der Glaskörper in Luft befindet. Diese Lage wird durch eine an dem kürzeren Balken befindliche Zunge angezeigt.

Bei einer Messung wird der Glaskörper in die zu untersuchende Flüssigkeit getaucht und das Gleichgewicht durch Reiter hergestellt, welche auf die Theilstriche des rechten Waagebalkens gesetzt werden. Zu jeder Waage werden 8 solche Reiter geliefert, von denen je zwei das gleiche Gewicht haben und zwar 5 *g*, 5 *dg*, 5 *cg*, 5 *mg*. Sie sind so eingerichtet, dass man einen an den andern hängen kann, für den Fall, dass mehrere auf denselben Theilstrich gesetzt werden müssen. Zu diesem Zweck sind die untersten Stücke der herabhängenden Enden nach oben zurückgebogen. Die Säule, welche das Lager für den Balken trägt, lässt sich hoch und niedrig stellen, so dass der Platindraht stets bis zu einer bestimmten Stelle in die Flüssigkeit getaucht werden kann. Man erkennt leicht, dass man nach Herstellung des Gleichgewichts das gesuchte spezifische Gewicht einfach abliest, indem man die Zahl, auf welcher der 5 *g*-Reiter hängt, als erste Dezimale nimmt; die Zahl des 5 *dg*-Reiters giebt die zweite, die des 5 *cg*-Reiters die dritte Dezimale u. s. f. Bei Flüssigkeiten, die schwerer als Wasser sind, deren Dichtigkeit also grösser als 1 ist, hängt das eine 5 *g*-Gewicht stets auf dem Theilstrich 10.

Gefertigt wird die Waage von E. Ducretet in Paris. (Die Vortheile der Buguetschen Waage vereinigt auch die seit Jahren in Deutschland gebrauchte Mohr'sche Waage mit Patent-Schwimmkörper nach L. Reimann in Berlin. (Vgl. über dieselbe *diese Zeitschr. 1883. S. 317.* A. d. Red.) *E. Br.*

Ueber Beobachtung der Schwebungen zweier Stimmgabeln mit Hilfe des Mikrophons.

Von J. Tuma. *Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 98. Abth. II. S. 1028. (1889.)*

Um die Abhängigkeit der Tonhöhe einer Stimmgabel von dem Luftdruck zu untersuchen, hat der Verfasser einen Apparat konstruirt, bei welchem zwei in gesonderten Räumen untergebrachte Stimmgabeln, die durch eine elektrische Vorrichtung angeschlagen werden, mit Hilfe elektrischer Tonübertragung verglichen werden.

An einem Holzklotz, der vor Erschütterungen von aussen her dadurch geschützt ist, dass er in vier Kautschukringen hängt, befindet sich unten ein Mikrophon und oben eine Klemmvorrichtung, welche ein sicheres Einspannen der Stimmgabel in vertikaler Lage gestattet. Das Mikrophon besteht aus zwei festen Kohlenleisten mit je fünf Lagern, in denen die Zapfen von fünf beweglichen Kohlenstäben ruhen. Damit durch das Anschlagen der Gabel das Mikrophon nicht in Pendelschwingungen geräth, welche Störungen hervorbringen könnten, müssen die Zinken gleichzeitig und gleich kräftig in entgegengesetzter Richtung angeschlagen werden. Dies wird durch eine einfache Vorrichtung erreicht, bei welcher der niedergehende Anker eines Elektromagneten zwei kleine Hämmer gegen die Zinken der Gabel bewegt.

Zwei solche Apparate wurden nun mit Stimmgabeln von nahe gleicher Tonhöhe versehen und der eine von ihnen unter eine Luftpumpenglocke gebracht. Die Schwebungen beider Stimmgabeln wurden dann, während der Luftdruck unter der Glocke variirt wurde, mit dem Telephon beobachtet.

Da die Aenderung der Tonhöhe mit dem Luftdruck nur sehr gering, diejenige mit der Temperatur dagegen verhältnissmässig recht bedeutend ist, so musste grosse Sorgfalt darauf verwendet werden, dass die Temperatur während der Versuche in beiden Apparaten konstant blieb. Anfangs wurden die Mikrophone und das Telephon mit acht Daniell'schen Elementen in denselben Stromkreis geschaltet. Da aber hierdurch die Apparate zu stark erwärmt wurden (um 0,1° C. in einer halben Stunde), so wurden



später die Mikrophone und die Batterie mit der primären Spirale eines Du Bois'schen Schlittenapparats in einen Kreis geschaltet und das Telephon mit der sekundären Spirale verbunden. Bei dieser Beobachtungsweise, die zugleich den Vortheil hatte, dass sich die Tonstärke durch Nähern oder Entfernen der Spiralen reguliren liess, genügte als Stromerzeuger ein Daniell'sches Element. Trotzdem auf diese Weise die Erwärmung durch den Strom erheblich vermindert worden war, gelang es doch nicht, die Temperatur vollkommen konstant zu halten; es wurde aber erreicht, dass der Gang in beiden Apparaten völlig der gleiche war.

Benutzt wurden zwei König'sche Stimmgabeln, deren Temperaturkoeffizient 0,088 Schwingungen in der Sekunde für 1° C. betrug. Der Luftdruck wurde von 760 *mm* bis 39 *mm* geändert; es ergab sich ein Steigen der Schwingungszahl bei Abnahme des Drucks und zwar zeigte sich eine dem Luftdruck proportionale Zunahme der Schwebung, die für das angegebene Intervall 0,1 Schwebung in der Sekunde betrug. Den Einfluss des Mittels, in dem sich die Stimmgabel befindet, auf die Tonhöhe kann man nach dem Verfasser leicht dadurch erkennen, dass man den Stiel einer angeschlagenen Stimmgabel zwischen die Zähne nimmt und die Zinken in Wasser taucht. Man hört dann plötzlich den Ton tiefer werden. *E. Br.*

Neuer elektrischer Chronograph.

Von Fr. J. Smith. *Phil. Mag. V. 29. S. 377. (1890.)*

Der Chronograph ist anlässlich einer Untersuchung über Explosionen konstruirt und hatte dabei die Aufgabe, eine grosse Anzahl von Ereignissen, die sehr rasch auf einander folgen, zeitlich zu fixiren. (Auch zur Bestimmung von Geschossgeschwindigkeiten und bei physiologischen Arbeiten soll er sich gut verwenden lassen.) Der Verfasser stellte an seinen Chronographen hauptsächlich folgende Anforderungen:

1) Die sich bewegende Fläche, auf welcher die Zeitkurven aufgeschrieben werden, muss lang und breit sein, um Zeitperioden von verschiedener Dauer auf derselben Fläche registriren und mehrere Beobachtungsreihen nebeneinander machen zu können.

2) Die Geschwindigkeit der sich bewegenden Flächen muss verändert werden können.

3) Die Bewegung der Fläche muss während eines Versuchs gleichmässig sein.

4) Die Marken, welche durch Elektromagnetstifte hervorgebracht werden, sollen scharf sein, und die Zeit, welche nach Veränderung der Stromstärke in der Elektromagnetwicklung bis zum Funktioniren der Schreibstifte vergeht, soll möglichst kurz sein und im Uebrigen einen konstanten Werth haben. Der Verfasser nennt diese Zeit, die bei vielen früheren Versuchen nicht in Rechnung gezogen worden sei, die Latenzperiode.

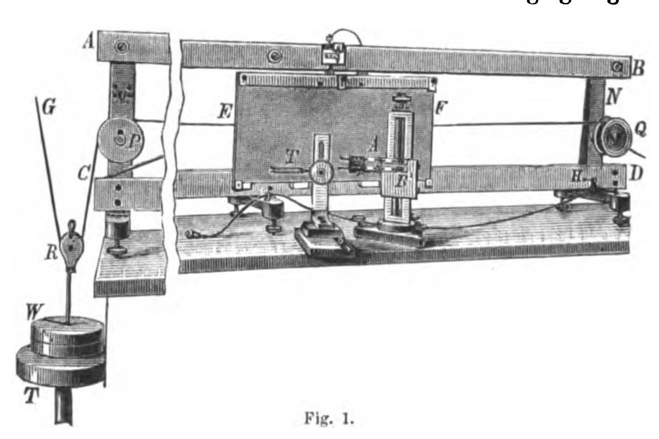


Fig. 1.

Die erwähnten vier Gesichtspunkte sind bei dem vorliegenden *„Electric Tram Chronograph"* in der folgenden Weise verwirklicht: (Das dem Apparat zu Grunde liegende Prinzip ist übrigens auch schon anderweit bei Registririnstrumenten benutzt worden.)

An einem vertikalen Wagen *EF*, der auf drei Rädern zwischen zwei je 2 *m* langen Schienen *AB* und *CD* läuft, ist eine berusste Glasplatte leicht abnehmbar befestigt. Der Wagen wird durch ein Gewicht *W* mittels einer über drei Rollen *RPQ* laufenden Schnur bewegt. Wie bei der Atwood'schen Fallmaschine wird das Gewicht nach kurzer Zeit durch den Tisch *T* aufgehalten, und

der Wagen läuft mit der erlangten Maximalgeschwindigkeit weiter; *H* ist die Arretirung des Wagens, dessen Bewegung durch einen als Bremse wirkenden Lederstreifen gehemmt wird.

Die Schreibspitzen der Elektromagnetstifte, aus Aluminium oder Glimmer gefertigt, sitzen an einem T-förmig gestalteten Hebel; bei geschlossenem Strom wird der Hebel gegen die Kraft einer Feder vom Elektromagneten angezogen. Beim Unterbrechen des Stromes wirkt die Feder, der Hebel steigt und macht eine Marke.

Die Elektromagnete *A*, die an einem Schlitten *B'* verstellbar angebracht werden, sind so konstruirt und gewickelt, dass die Latenzperiode möglichst kurz ist; während diese Zeit bei einigen vom Verfasser untersuchten Chronographen bis 0,04 Sek. betrug, ist sie bei den Elektromagneten seines Apparats nur 0,0003 Sek. Die Einzelheiten möge man in dem übrigens sehr kurz gehaltenen Original nachsehen.

Zur Zeitbestimmung dienen die Kurven, die eine mit Schreibstift versehene Stimmgabel *T* gleichzeitig auf die Platte aufschreibt.

Die vom Verfasser mitgetheilten Kurven sind recht deutlich und umfassen einen Zeitraum von etwa 0,2 Sek. Bei der Auswerthung der Kurven wird die Glasplatte auf einem parallel verschiebbaren Lineal befestigt; senkrecht zur Richtung des Lineals ist ein Mikroskop auf einem Schlitten mit Feinstellung angebracht.

Die Kurven werden dadurch fixirt, dass sie zuerst mit einer Lösung von 1 Theil Photographen-Firniss in 25 Theilen Methylalkohol übergossen werden; nach dem Trocknen der Lösung werden sie etwas angewärmt und dicker gefirnisst. *Lck.*

Das Zenithteleskop des Königlich Geodätischen Instituts.

Veröffentl. d. K. Geod. Instituts. Astronom.-Geod. Arbeiten I. Ordnung. Berlin 1890. S. 218.

Als Grundlage für die Konstruktion dieses Instruments diente das Zenithteleskop der *Coast and Geodetic Survey*, welches im *Appendix No. 10* des *Report of the Superintendent of the U. S. Coast Survey for the year 1866, Washington 1869* beschrieben worden ist, doch ist dasselbe nach Angaben von Direktor Prof. Helmert und Prof. Albrecht von dem Verfertiger, Mechaniker J. Wanschaff, mit verschiedenen Verbesserungen versehen worden, welche seine Leistungsfähigkeit erhöhen.

Das Instrument besteht im Wesentlichen aus einem exzentrischen geraden Fernrohr mit gebrochenem Okularrohr. Das Fernrohr, dessen Objektiv 68 *mm* Oeffnung und 870 *mm* Brennweite hat, wird mittels einer 20 *cm* langen Horizontalaxe — von Lager zu Lager gemessen — und einer 34 *cm* hohen Vertikalaxe in vertikaler und horizontaler Richtung bewegt. Das Instrument hat einen vertikalen und einen horizontalen Einstellungskreis von 24 bezw. 28 *cm* Durchmesser und ein *Horrebow*-Niveau mit einer Empfindlichkeit von 0,7″ pro Niveautheil. Während nun bei dem Zenithteleskop der *Coast Survey* das Prisma vor dem Fadennetz angebracht ist und das Okularrohr in der vertikalen Bewegungsebene des Fernrohrs abgebogen ist, liegt hier das Prisma 7 *cm* hinter dem Fadennetze und die Abbiegung des Okularrohres ist in der Richtung senkrecht zur Bewegungsebene des Fernrohrs ausgeführt; hierdurch wird für die Bequemlichkeit des Beobachters der Vortheil erlangt, dass das Okularrohr in allen Lagen des Fernrohrs in horizontaler Stellung verbleibt. Der Horizontalkreis, welcher mittels zweier Nonien bis auf 0,1′ ablesbar ist, gestattet die Lage des Meridians innerhalb ausreichender Genauigkeit zu ermitteln; um die Meridianstellung bequem fixiren zu können und nicht auf eine jedesmalige Ablesung der Nonien angewiesen zu sein, ist der Horizontalkreis mit zwei justirbaren Anschlägen versehen, an welche durch eine einfache Kurbelbewegung der Alhidadenarm unmittelbar angeklemmt wird; der Uebergang von der einen zur andern Kreislage kann mittels dieser Anschläge in 10 Sekunden bewirkt werden. Das Niveau ist durch mehrfache Umhüllung gegen den Einfluss strahlender Wärme seitens des Beobachters und der Beleuchtungslampen nach Möglichkeit geschützt. *W.*



Neu erschienene Bücher.

Lehrbuch der Vermessungskunde. Von Prof. Dr. Baule. 404 S. mit 244 in den Text gedruckten Figuren. Leipzig. B. G. Teubner. M. 8,00.

Den zahlreichen Lehrbüchern über Vermessungskunde reiht sich mit dem obigen Werke ein neues an. Dasselbe will in möglichst knapper Form Alles besprechen, „was für den Landmesser, Techniker, Forstmann, Militär zur Ausführung von Vermessungen zu wissen nothwendig ist“. Wenn nun auch nicht zugegeben werden kann, dass dieser Zweck für alle die genannten Berufsarten erreicht ist, so dürfte das Buch doch ein vollkommen ausreichender Rathgeber für den Forstmann sein, und für diesen erscheint es zunächst berechnet, wie aus zahlreichen Hinweisen und den aus der Forstpraxis gewählten Beispielen hervorgeht. Die knappe Form bedingt Beschränkungen, die zwar stellenweise zu Unvollständigkeiten und auch Unrichtigkeiten führen, aber doch bei der Tendenz des Werkes nicht schädlich wirken.

Das Lehrbuch zerfällt in drei Abtheilungen.

In der ersten Abtheilung werden dem Studirenden die wichtigsten Instrumentformen, meist unter Anlehnung an Instrumente der Breithaupt'schen Werkstatt kurz vorgeführt. Verf. übt hierbei eine weise Beschränkung; die Einführung in die hauptsächlichsten Instrumenttypen, ihre Justirung und ihren Gebrauch soll dem Leser gerade nur so viel von der Instrumentenkunde vermitteln, als ihm für die Praxis nothwendig ist. Zunächst werden die einzelnen typischen Bestandtheile der Messinstrumente behandelt, wie Schrauben, Libellen, Linsen und Lupen, Fernrohre u. s. w.; es lässt sich darüber streiten, ob die hierbei vom Verf. gewählte Eintheilung ganz sachgemäss ist; interessiren wird es aber unsere Leser, dass Verf. bei den Schrauben der Bestrebungen des deutschen Mechanikertages zur Einführung einheitlicher Schraubengewinde Erwähnung thut. Hierauf werden die einzelnen Instrumente selbst besprochen, Instrumente zum Messen konstanter und beliebiger Winkel, zum Längenmessen, zur Höhenmessung (Nivellirinstrumente, Barometer) u. s. w. Ein Schlusskapitel über die Behandlung der Instrumente ist für den Leserkreis des Buches wichtig.

Die zweite Abtheilung behandelt die Lehre von den Messungen, ohne auf die Ausgleichungsrechnung einzugehen. Von den Schlussfolgerungen derselben wird nur soviel mitgetheilt, als für die praktische Ausgleichung von Messungsergebnissen zu wissen nothwendig ist. Diese Beschränkung giebt Verf. die Möglichkeit, die in der Forstpraxis und für ähnliche Zwecke vorkommenden Messungen in knapper Kürze und für den vorliegenden Zweck doch ausreichend zu behandeln. Wir müssen uns an dieser Stelle versagen, hierauf einzugehen.

Die dritte Abtheilung giebt nur die wichtigsten Vorschriften über den behandelten Gegenstand, was Verf. auch schon durch die Ueberschrift „Zur Lehre vom Planzeichnen“ ausdrücken will. *W.*

Vereins- und Personennachrichten.

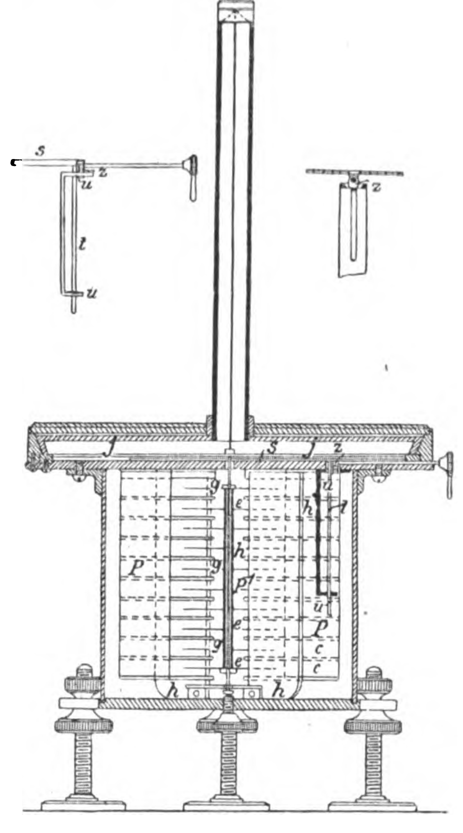
Die Verhandlungen des zweiten deutschen Mechanikertages in Bremen haben einen befriedigenden Verlauf genommen. Die Versammlung beschloss die Begründung einer allgemeinen deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, welche die Pflege der wissenschaftlichen, technischen und gewerblichen Interessen der mechanischen Kunst zu ihrer Aufgabe macht. Die Satzungen der Gesellschaft wurden in ihren Grundzügen berathen und angenommen und ein Ausschuss mit den zur Bildung der Gesellschaft nothwendigen Schritten beauftragt. (Die Einladungen zum Eintritt in die Gesellschaft werden in den nächsten Tagen an alle deutschen Mechaniker und Optiker ergehen.) — In der so wichtigen Lehrlings- und Gehilfenfrage wurden in gemeinsamer Berathung mit Vertretern der Gehilfen grundlegende Beschlüsse gefasst. Der amtliche Bericht über die Verhandlungen wird im nächsten Hefte dieser Zeitschrift erscheinen.

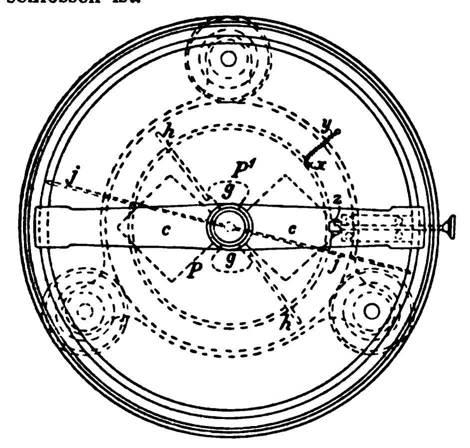
Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Elektrostatisches Voltmeter. Von Sir W. Thomson in Glasgow, England. Nr. 50435 vom 3. Februar 1889.

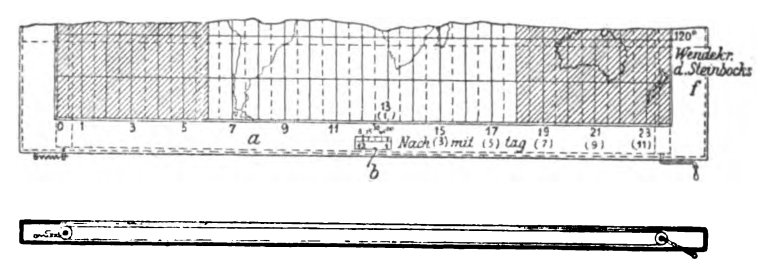
Zwischen den Platten *c* des feststehenden Systems *P* sind vertikale Abstossungsplatten *h* angeordnet, welche zur Verstärkung des von den festen Metallplatten *c* auf die an der Spindel *e* befestigten Metallflügel *g g* ... des drehbaren Systems P^1 ausgeübten Drehmomentes dienen. Eine Vorrichtung zur Hemmung des Zeigers *j* besteht aus dem in konisch gebohrten Löchern *u u* mittels runder Stange *l* senkrecht geführten und von einer Feder *y* gegen einen senkrechten festen Stift *x* herangezogen gehaltenen Ringe *s*, welchem mittels Hubscheibe (Excenter) *z* nur eine senkrechte Bewegung ertheilt werden kann, so dass eine Verstellung des Zeigers *j* beim Hemmen desselben durch Ring *s* ausgeschlossen ist.





Vorrichtung zum gleichzeitigen Ersichtlichmachen der Ortszeit, Weltzeit und Stundenzonenzeit aller Punkte der Erde. Von Emil Plechawski in Wien. Nr. 51302 vom 3. Oktober 1889.

Längs einer in Mercator's Projektion ausgeführten verschieblichen Erdkarte, auf welcher der Meridian von Greenwich, sowie die um 15°, 30°, 45°, 60° u. s. f. von diesem abstehendem Meridiane an ihren Enden die Ziffernbezeichnungen 0, 1, 2, 3 bis 23, 24 tragen, und die Stundenzonen beiderseits dieser Meridiane begrenzenden Meridiane erkennbar gemacht sind, ist eine Skale angeordnet, deren Theilstrichabstand gleich dem Abstand jener Kartenmeridiane ist, und welche die Zifferbezeichnungen 0, 1, 2, 3 bis 23, 24 in der Richtung von links nach rechts besitzt. In der Mitte der Skale ist ein Fenster *b* angebracht, durch welches von den am Kartenunterrande befindlichen Ziffern die unter den Mittagstheilstrich der Skale fallende sichtbar wird.

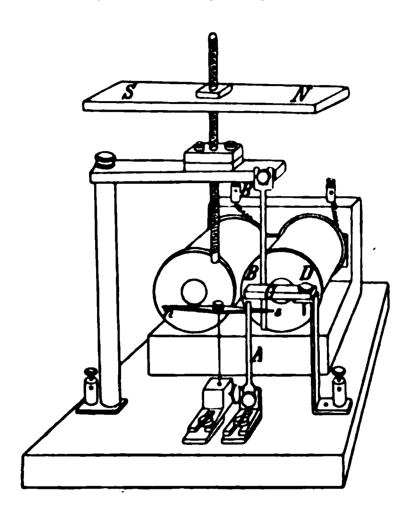


Zwei Weltkarten der angegebenen Art können zu einem endlosen Bande verbunden werden, welches über zwei Walzen geführt ist, durch deren Drehung die Einstellung der Weltkarten erfolgt.

Neuerung an Zeigerwaagen. Von A. Rickmann in London. Nr. 49992 vom 15. Mai 1889. Kl. 42.

Behufs Ermittlung der Einzelgewichte mehrerer zu wägender Gegenstände, sowie zur Feststellung des Gesammtgewichtes derselben wird die den Zeiger tragende Nabe durch eine Feder auf eine mit der Zeigerwelle fest verbundene konische Mutter gepresst und auf derselben in Folge der Reibung festgehalten. Der Zeiger ist also auf seiner Welle leicht verstellbar angeordnet.

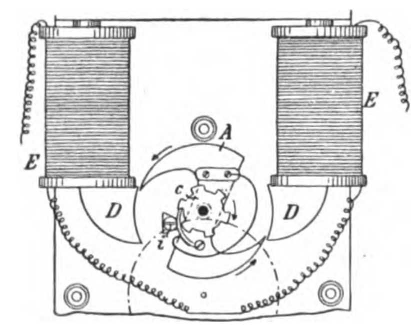
Die Gewichte werden nun auf folgende Weise ermittelt. Soll z. B. das Einzelgewicht mehrerer Gegenstände nach einander bestimmt werden, ohne dieselben von der Waagschaale oder aus ihrem Behälter wieder zu entfernen, so wird, nachdem das Gewicht des ersten Gegenstandes bestimmt ist, die Waage durch Anziehen einer Bremsvorrichtung wieder gelöst. Hierauf wird der zweite zu wägende Gegenstand auf die Waage gelegt und, nachdem sein Gewicht abgelesen, in derselben Weise die Waage gebremst und der Zeiger auf Null gestellt, und so fort, bis schliesslich alle Gegenstände gewogen sind, bezw. die äusserste Gewichtsgrenze der Waage erreicht ist.



Relais, bei welchem der Lokalstrom durch die Bewegung einer Magnetnadel unterbrochen oder regulirbar geschwächt wird. Von Hugo Lubliner in Berlin. Nr. 50319 vom 23. Mai 1889.

Dieses Relais besteht aus einem in den Fernstromkreis eingeschalteten Elektromagneten und einer von diesem beeinflussten Magnetnadel *n s*, welche den Kontakt zwischen einem mittels Schraube *D* verstellbaren Stück Kohle oder Platin *C* und einer an letzterem anliegenden elastischen Elektrode *B* entweder ganz unterbricht, oder dessen Widerstand durch Lockerung des Kontaktes so verändert, dass der im Lokalstromkreise liegende telegraphische Apparat in Thätigkeit versetzt wird. Ein Richtmagnet *N S* und ein elastischer Anschlag *A* für die Magnetnadel bewirken deren schnelle Rückkehr in die Ruhelage.

Schaltwerk für elektrische Uhren. Von M. Haas in Kempten, Bayern. Nr. 50707 vom 7. September 1889.



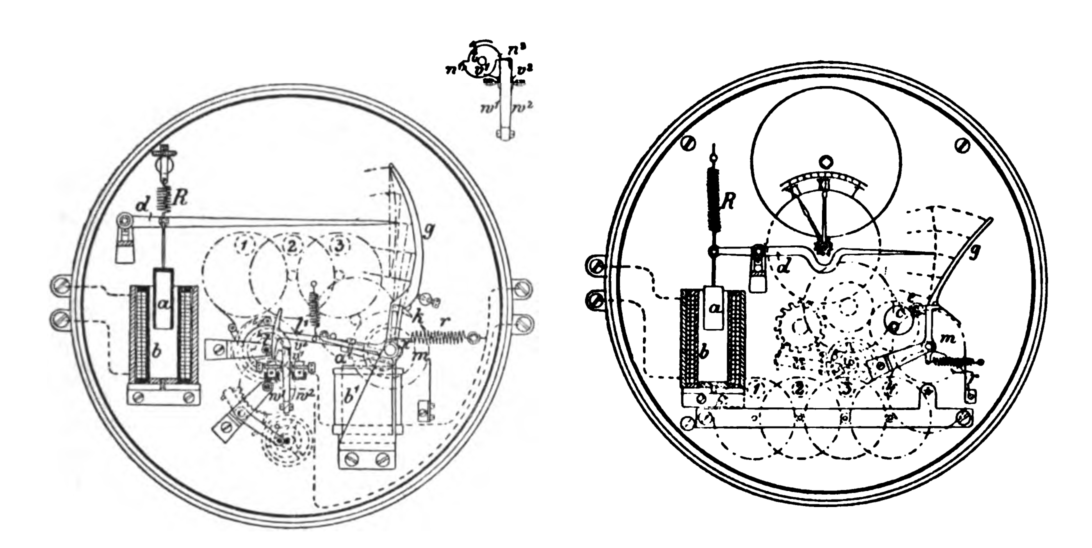
Bei der Drehbewegung, welche der Anker *A* durch die Elektromagnete *E D* empfängt, wird eine mit *A* verbundene Feder gespannt, deren Kraft bei der folgenden Stromunterbrechung das Zeigerwerk in Bewegung setzt. Die Schwingungen des Ankers *A* werden durch den Anschlag *i* in bestimmten Grenzen gehalten. Eine am Gestell befestigte, in das Schaltrad *c* eingreifende Feder, welche an ihrem vorderen Ende entsprechend abgeschrägt ist, verhindert eine rückgängige Bewegung des Zeigerwerks.

Vorrichtung zur Bestimmung der mittleren Lage eines mit veränderlicher Geschwindigkeit geradlinig hin und herwandernden Punktes. Von W. Seibt und R. Fuess in Berlin. Nr. 50568 vom 1. Juni 1889.

Die mittlere Lage eines mit veränderlicher Geschwindigkeit geradlinig sich hin- und herbewegenden Punktes wird dadurch bestimmt, dass letzterer mit einer Vorrichtung zur Veränderung der Länge des Pendels einer Pendeluhr (Schnurleitung zur Verschiebung eines Gewichts an der Pendelstange) in Verbindung gebracht ist. Diese Vorrichtung wird in der Weise bewegt, dass die in gleichen Zeiträumen von dem Uhrwerk vollführten Pendelschläge sich zu einander verhalten wie die zugehörigen Entfernungen des betreffenden Punktes von einem in seiner Bewegungsrichtung liegenden Nullpunkte. Ein solcher Apparat kann als Mittelbilde- und Fernmessvorrichtung für Wasserstandsbeobachtungen verwendet werden. (Vgl. *diese Zeitschrift 1889. S. 228.* Eine eingehende Beschreibung des Apparates wird demnächst unseren Lesern vorgeführt werden).

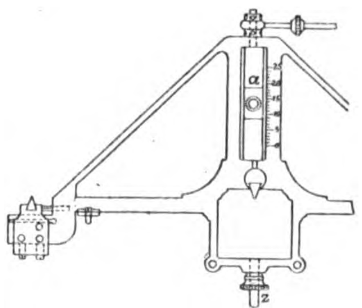
Apparat zum Messen und Summiren der in Gleich- oder Wechselströmen einen Leiter durchströmenden Energie. Von Siemens & Halske in Berlin. Nr. 50623 vom 8. Februar 1889.

Dieser Apparat gehört zu denjenigen Energiemessern, bei denen die Drehungswinkel eines passend gestalteten Hebels summirt werden, der in bestimmten Zwischenräumen bis zur Berührung mit einem in seiner Stellung durch die jeweilig vorhandene elektrische Energie bestimmten Zeiger gedreht wird. Der Hebel *g*, welcher durch ein Uhrwerk in regelmässigen Zeitabschnitten bis zu seiner Berührung mit der Spitze eines unter der Wirkung des Solenoides *a b* und der Feder *R* stehenden Zeigers *d* gedreht wird, und durch Klinke *k* und Sperrrad *m* seine



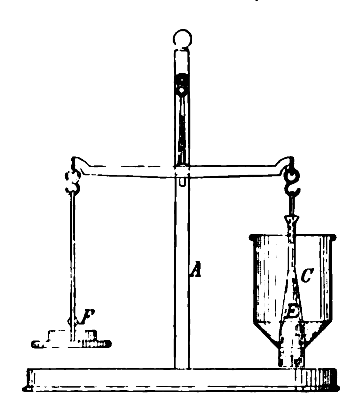
Bewegung auf ein Zählwerk überträgt, wird durch eine exzentrische Scheibe *c*, mit der er mittels Röllchens *e* in Berührung steht, vom Zeiger *d* entfernt und beim Rückgang des Exzenters *c* durch eine Feder *r* ohne Stoss gegen die Spitze dieses Zeigers geführt. An Stelle dieser Einrichtung kann zur Bewegung des oszillirenden Hebels auch ein Elektromagnet oder Solenoid b^1 angewendet werden, dessen Windungen im Nebenschluss zur Leitung liegen, und durch dessen einen Zahnradsektor l^1 bewegenden Ankerhebel a_1 gleichzeitig das Aufziehen des Uhrwerks bewirkt wird, welches den periodischen Kontakt zur Ein- und Ausschaltung des Elektromagneten b_1 herstellt. Diese Kontaktherstellung erfolgt in der Weise, dass eine vom Uhrwerk bewegte Scheibe *t* mit ihren zwei Nasen n_1 n_2 bei jeder Umdrehung zweimal das Anheben und nach einander erfolgende Abfallen zweier Kontaktfedern w^1 w^2 bewirkt, welche metallisch mit einander verbunden, nur dann den Nebenstromkreis schliessen, wenn beide mit ihren Kontaktschrauben v^1 v^2 in Berührung sind, was nur während der kurzen Zeit zwischen dem Abfallen der Feder w^1 und demjenigen der Feder w^2 von einer der Nasen n^1 n^2 der Fall ist.

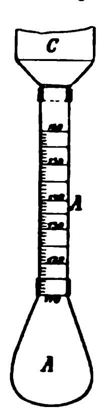
Vorrichtung für messbare Veränderung der Höhenlage des Schwerpunktes der Waagebalken von Feinwaagen. Von F. Sartorius in Göttingen. Nr. 50576 vom 9. August 1889.



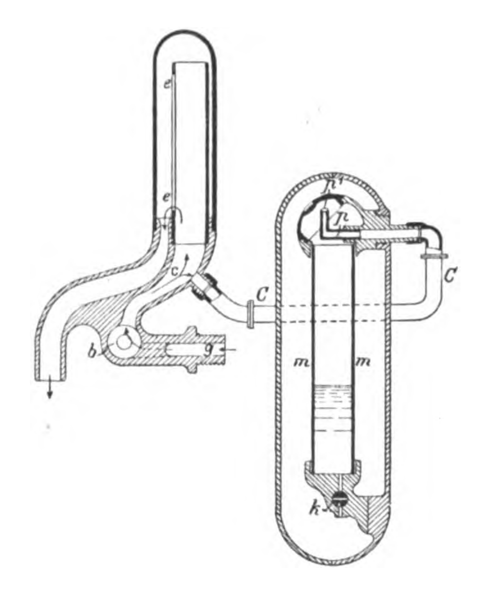
Zur messbaren Veränderung der Höhenlage des Schwerpunktes von Feinwaagen dient das Gleitstück *a*, welches entweder oberhalb der Mittelschneide, wie in der Figur dargestellt ist, oder unterhalb derselben auf dem Zeiger *z* senkrecht geführt ist, und dessen jeweilige Höhenlage durch eine Skale bestimmt wird. Sind die Aenderungen der Schwingungsdauer und Empfindlichkeit der Waage bei den verschiedenen Höhenstellungen des Schiebers *a* einmal festgestellt und tabellarisch verzeichnet, so lässt sich die Waage mittels der beschriebenen Einrichtung auf die gewünschte Empfindlichkeit und Schwingungsdauer leicht und ohne Probe wieder einstellen.

Getreideprüfer. Von Ernst A. Brauer in Darmstadt. Nr. 50887 vom 3. August 1889.





Die Thatsache, dass die spezifisch schwereren Sorten einer Getreideart durchschnittlich per Gewichtseinheit eine grössere Mehlausbeute ergeben als die leichteren, ermöglicht eine Qualitätsprüfung. Um eine solche mittels des gezeichneten Apparates vorzunehmen, wird das Gewichtstück *F* vom Gewicht p Gramm auf die Schaale gesetzt und soviel Getreide in das Gefäss *C* geschüttet, bis die Waage einspielt; es sind nun p Gramm Körner abgewogen. Hängt man sodann das Gefäss *C* ab, setzt es auf die Bürette *A* und zieht den Stopfen *E* heraus, so fallen die Körner in das Messglas und füllen dasselbe bis zu einem gewissen Strich, an welchem man das spezifische Volumen, d. h. den Raumbedarf von 100 g in Kubikzentimetern abliest. Letzteres kann jedoch ebenso gut wie das spezifische Gewicht zur Beurtheilung der Qualität einer Getreidesorte dienen.



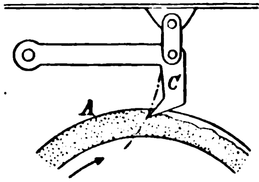
Wassermesser ohne bewegte Theile. Von Georg Rümann in Hannover. Nr. 50676 vom 7. Mai 1889.

Wird der Ablasshahn *b* geöffnet, so wird durch das bei *g* unter Druck eintretende Wasser auch im Kanal *c* Druck erzeugt, der sich durch die Rohrleitung *C* nach dem Winkelrohr *p* fortpflanzt und ein Uebertreten eines gewissen Prozentsatzes der ablaufenden Wassermenge aus dem aufrechtstehenden Schenkel des Winkelrohres *p* bewirkt. Diese bei p^1 übergetretene Wassermenge gelangt in das Messrohr *m* und wird hier aufgesammelt. An einer entsprechenden Theilung des letzteren kann jederzeit die Menge des verbrauchten Wassers abgelesen werden.

Die Ueberlaufkante p^1 steht mit dem unteren Ende des Rohrschlitzes *e*, durch welchen das Verbrauchswasser abläuft, in einer Höhe.

Zur Entfernung des in *m* angesammelten Wassers ist ein Hahn *k* angebracht.

Schreibspitze für Phonographen. Von Th. A. Edison in Llewellyn Park, New-Jersey, V. St. A. Nr. 50598 vom 14. Oktober 1888. (Zusatz-Patent zu Nr. 49732.)



Diese Schreibspitze wirkt schräg gegen die Phonogrammfläche *A* und erzeugt daher Wellenlinieneindrücke, welche allmälig beginnen und plötzlich enden. In Folge der Fortbewegung der Phonogrammfläche bezüglich der Schneide *C* und des schräg erfolgenden Eindringens und Zurückgehens der letzteren bleibt der hintere Theil des Werkzeuges während der Arbeit ausser aller Berührung mit dem Boden der durch die vordere Kante in die Fläche eingeschnittenen Rinne.

Fragekasten.

Dr. S. & R. Wer fertigt Interferenz-Gitter nach Norbert?

Dr. R. in B. Phonographen neuerer Konstruktion mit Elektromotor werden gefertigt von Kelzow, Berlin S. Urbanstr. 110.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. **H. Haensch,** Beisitzer. **Direktor Dr. L. Loewenherz,** Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

X. Jahrgang. **November 1890.** Elftes Heft.

Verhandlungen des zweiten deutschen Mechanikertages zu Bremen in der Zeit vom 13. bis 15. September 1890.

Herr J. F. Wessels-Bremen, Vorsitzender des Ortsausschusses, eröffnet am Sonnabend den 13. September Morgens $9^1/_2$ Uhr im Konventsaale der Börse die erste Versammlung des zweiten deutschen Mechanikertages mit einer Begrüssung der Anwesenden im Namen der Stadt Bremen, erinnert an die Wichtigkeit, welche die bevorstehenden Verhandlungen für die wissenschaftliche, technische und gewerbliche Förderung der mechanischen Kunst haben und wünscht, dass die Berathungen den erhofften Erfolg bringen werden.

Herr Direktor Dr. Loewenherz-Charlottenburg dankt im Namen des Vorstandes für die liebenswürdige und gastfreundliche Aufnahme, welche der Mechanikertag zu Bremen gefunden hat und giebt sodann den nachfolgenden Bericht über die zur Ausführung der Beschlüsse des ersten Mechanikertages ergriffenen Schritte: Im vorigen Jahre trat in Heidelberg zum ersten Male ein Mechanikertag zusammen; damals waren es in erster Linie die technischen, in zweiter Linie die wirthschaftlichen Verhältnisse der Mechaniker, welche dazu führten, einen engeren Anschluss zu erstreben. Es wurde ein Vorstand gewählt, bestehend aus den Herren Prof. Abbe-Jena, Haensch-Berlin, Jung-Heidelberg, Dr. Krüss-Hamburg, Direktor Dr. Loewenherz-Charlottenburg und Sickler-Karlsruhe als Vorsitzende, sowie Dr. Czapski-Jena, Hirschmann-Berlin, Dr. Rohrbeck-Berlin und Dr. Westphal-Berlin als Schriftführer; die eigentliche Geschäftsführung lag in den Händen der Herren Haensch, Loewenherz und Westphal. Ueber die Verhandlungen des vorjährigen Mechanikertages ist ein ausführlicher Bericht aufgenommen worden, welcher im *Novemberheft der Zeitschrift für Instrumentenkunde* mitgetheilt ist. Wie Ihnen aus diesem Bericht erinnerlich, sind im vorigen Jahre vier Kommissionen zur weiteren Bearbeitung der hauptsächlichsten Gegenstände gewählt worden. Zunächst eine Kommission zur Vorbereitung der Organisation eines deutschen Mechanikerverbandes. Die Kommission war anfangs der Ansicht, von der Bildung eines solchen Verbandes zunächst abzusehen und durch die Tagungen der Mechanikertage erst ein näheres Zusammenführen der Fachgenossen und volles Verständniss für die Wichtigkeit gemeinsamen Wirkens zu erzielen; die Kommission ging dabei von der Voraussetzung aus, dass eine Vorbedingung des Gelingens einer solchen Vereinigung, die Bildung von Zweigvereinen, bei dem Mangel an Gemeinsinn unter den meisten Mechanikern nicht möglich sei. Inzwischen sind aber, besonders in Folge der neuerdings unter den Gehilfen aufgetretenen Bewegung,

viele Mechaniker anderer Meinung geworden und glauben, dass die Gründung von Zweigvereinen nicht nur zweckmässig, sondern auch schon jetzt ausführbar sein werde. — Der zweite Gegenstand, welcher den vorjährigen Mechanikertag beschäftigte, betraf die Herbeiführung günstigerer Zollverhältnisse für die in's Ausland ausgeführten wissenschaftlichen Instrumente. Es wurde damals beschlossen, durch Fragebogen festzustellen, welche Beschwerden in dieser Beziehung vorliegen, und der Vorstand sollte dann beauftragt werden, sich an die Reichsregierung zu wenden. Das Erste ist geschehen; die ganze Sache ist aber noch nicht zum Abschluss reif. — Der dritte Gegenstand betraf die Beseitigung der Schwierigkeiten bei Beschaffung von Doppelspath. Auch hierin konnten wir noch nicht zu einem abschliessenden Ergebniss kommen; wir sind aber mit einem bekannten Geologen und genauen Kenner der einschlägigen Verhältnisse in Verbindung getreten; weitere Mittheilungen darüber werden Ihnen gemacht werden. — Sodann kam die Einführung einheitlicher Schraubengewinde in der Feinmechanik zur Erörterung. Es wurde eine Kommission gewählt; ihr gelang es, die elektrotechnischen Kreise, sowie die Reichstelegraphen-Verwaltung, ferner die Physikalisch-Technische Reichsanstalt und die maassgebenden Behörden in Bayern und Württemberg für diese Frage zu interessiren. Man darf hoffen, dass diese Frage schon bald zu einem gewissen, ziemlich vielversprechenden Abschluss gebracht werden kann. Die Vorschläge der Kommission werden Ihnen unterbreitet werden. — Wir beschäftigten uns weiter mit der Einrichtung von Fachschulen für Mechaniker. Zu einem Beschluss kam es nicht, da vorläufig keine Veranlassung dazu vorlag, vielleicht wird sich auch dieses Mal Gelegenheit finden, auf diese Frage kurz zurück zu kommen. — Sodann betraf eine der wichtigsten Verhandlungen das Lehrlings- und Gehilfenwesen. Nach eingehender Debatte wurde eine Kommission gewählt, bestehend aus Herrn Professor Abbe als Vorsitzenden, sieben Vertretern der selbständigen Mechaniker, sowie einer gleichen Anzahl von Mechanikergehilfen. Diese Kommission hat zunächst Ende des vorigen Jahres in Jena eine Versammlung gehabt, deren Beschlüsse Ihnen Allen zugänglich gemacht worden sind (vgl. *diese Zeitschr. 1890. S. 188*); sie hat ferner gestern eingehende Berathungen gepflogen. Wir haben uns auch diesmal mit dieser Frage zu beschäftigen. Dabei kommen nicht nur die Verhandlungen vom vorigen Jahre und dieser Kommission in Betracht; man hat in Berlin im Laufe dieses Jahres Gelegenheit nehmen müssen, sich eingehend mit dieser so wichtigen Frage zu beschäftigen und Sie sind aus den Vereinsnachrichten der *Zeitschrift für Instrumentenkunde* über diese Vorgänge unterrichtet.

Der vorjährige Mechanikertag war von 62 Theilnehmern besucht. Die Ausgaben sind durch die Beiträge nicht nur gedeckt worden, sondern es ist noch ein kleiner Ueberschuss geblieben. Das war jedoch nur möglich dadurch, dass die sämmtlichen weiteren Unkosten, auch diejenigen der Kommissionen, von der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik vorschussweise getragen sind, wodurch freilich deren Budget sehr belastet wurde. — Endlich habe ich noch die Pflicht, im Namen des Vorstandes unser Amt nieder zu legen, da unser Mandat erloschen ist, und Sie zu bitten, Vorschläge für die heutige Vorstandswahl zu machen. Der abtretende Vorstand schlägt Ihnen vor, wieder sechs Vorsitzende und drei Schriftführer zu wählen.

Herr Reichel-Berlin beantragt, die bisherigen Vorsitzenden mit Ausnahme der beiden abwesenden Herren wieder zu wählen, und an Stelle der Letzteren

die Herren Tesdorpf-Stuttgart und Hartmann-Frankfurt zu wählen. — Es erfolgt dagegen kein Widerspruch; gewählt sind mithin die Herren Professor Abbe, Haensch, Hartmann, Dr. Krüss, Direktor Dr. Loewenherz und Tesdorpf. — Zu Schriftführern werden ebenfalls durch Zuruf gewählt die Herren Dr. Brodhun-Charlottenburg, Dr. Epstein-Frankfurt und Dr. Westphal.

Es folgt sodann, nachdem die Präsenzliste festgestellt worden, der erste Punkt der Tagesordnung: Organisation der deutschen Mechaniker und Optiker.

Herr Professor Dr. Abbe übernimmt den Vorsitz.

Herr Dr. Krüss als Berichterstatter der Organisations-Kommission: Sie erinnern sich, dass in Folge der Diskussion auf dem vorjährigen Mechanikertage eine Kommission gewählt wurde mit dem Auftrage, eine Organisation weiterer Mechanikertage und die Ausdehnung des zu gründenden Verbandes in Verbindung mit der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, beziehungsweise Bildung von Lokal- und Bezirksvereinen vorzuberathen. Die Kommission hat zunächst in Heidelberg eine Sitzung gehalten. Nach eingehender Besprechung wurde der Beschluss gefasst, dass, da die Abhaltung jährlicher Mechanikertage beschlossen war, und der Vorstand bis zum nächsten Jahre in Kraft blieb, vorläufig diese Frage als erledigt zu betrachten sei. Die Bildung von Bezirksvereinen erschien der Kommission zur Zeit ausserhalb Berlins nicht durchführbar. Die Versuche zur Bildung solcher Vereine würden daran scheitern, dass die Fachgenossen an demselben Orte keine Berührungspunkte, sondern im Gegentheil Abstossungspunkte haben. Wohl wäre es möglich, dass sie bei den Mechanikertagen neben einander wirken und eine Annäherung allmälig erfolge, es wäre auch zu hoffen, dass ein Zusammenschluss später ermöglicht würde. Die Kommission war daher der Ansicht, dass die Einladungen zum Mechanikertage nicht auf die Mitglieder der Gesellschaft für Mechanik und Optik beschränkt, sondern in die weitesten Kreise getragen werden sollten. — Seit dem vorigen September hat sich nun Manches verändert, und ich habe mich mit Freuden bereit erklärt, obgleich ich durch unsern damaligen Bericht an den Vorstand die Sache für erledigt ansah, auf's Neue in dieser Frage als Referent aufzutreten. Wir sind seitdem in eine Zeit eingetreten, in welcher sowohl Arbeitgeber, wie Arbeitnehmer auch unseres Faches es als die einzige Möglichkeit, in Zukunft weiter zu kommen, anzusehen gelernt haben, dass sie sich zusammenschaaren und zusammenhalten müssen, nicht nur zu Schutz und Trutz und zum Kampf, sondern auch wesentlich zur Hebung des ganzen Gewerbes und unserer Kunst, sowie der Wohlfahrt aller darin Beschäftigten, um auf diese Weise die Nothwendigkeit und Möglichkeit eines Kampfes überhaupt bei Seite zu schaffen. Das hat vor allen Dingen die Kommission für das Lehrlings- und Gehilfenwesen, welcher ich angehöre, bei Gelegenheit ihrer im Dezember in Jena abgehaltenen Sitzung eingesehen, und Sie werden aus dem gedruckt vorliegenden Bericht derselben ersehen haben, dass zur späteren Durchführung der Anträge eigentlich eine Organisation, ein Zusammenschliessen aller Kollegen unbedingt nothwendig ist. Inzwischen hat die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik, wohl nicht ganz zufrieden mit dem Resultat dieser Organisations-Kommission, geglaubt, auch ihrerseits noch etwas thun zu sollen, um ihre Wirksamkeit ausserhalb Berlins zu tragen, und sie hat in Folge dessen am 7. Januar d. J. auf einen Antrag des Herrn Dr. Loewenherz den Vorstand durch sechs ausserhalb Berlins wohnende Beisitzer erweitert.

Wenn ich auf die prinzipielle Bedeutung der vorliegenden Frage flüchtig eingehe, so möchte ich zuerst noch darauf hinweisen, dass unser bisheriges Verfahren, jedes Jahr einen Mechanikertag abzuhalten und dann uns wieder in alle Winde zu zerstreuen, in Zukunft nicht mehr haltbar ist. Der Mechanikertag in Heidelberg hat, und der jetzige wird Kosten verursachen. Wer soll dieselben in Zukunft tragen? Ferner setzt der Mechanikertag Kommissionen ein; die Kommissionsmitglieder müssen Arbeit und Zeit opfern. Man kann auf die Dauer nicht verlangen, dass auch die Kosten, welche den Kommissionsmitgliedern aus dieser Arbeit erwachsen, von ihnen selbst getragen werden. Ebenso ist es mit den Arbeiten des Vorstandes, welche im vorigen Jahre von demselben erledigt sind, und die er in diesem Jahre weiter führen soll. Man kann auch von den Mitgliedern des Vorstandes, welche alle von ihrem Beruf vollständig in Anspruch genommen sind, auf die Dauer nicht verlangen, dass sie eine grosse Summe von Kraft und viel Zeit opfern sollen, um die Fachgenossen im ganzen grossen deutschen Reiche zusammen zu bringen, sie fort und fort anzuspornen, an den gemeinsamen Arbeiten mitzuwirken. Es muss deshalb eine Kraft angestellt werden, der die Pflicht zufällt, die Geschäfte zu führen und die Interessen unseres Berufes fortlaufend wahrzunehmen. Wenn wir der Meinung sind, dass es gemeinsame Aufgaben giebt, von deren Erfüllung das Fortblühen und eine gedeihliche Weiterentwicklung unseres Berufes abhängt, dann müssen wir auch ein gemeinsames Band haben, dann muss eine Organisation uns umschliessen, in welcher wir diese Aufgabe zu erfüllen vermögen. — Ich will nun kurz die wirthschaftliche Seite streifen. Sie haben aus dem Bericht der Jenaer Verhandlungen gesehen, dass dort ein Zusammenschluss der Arbeitgeber in Aussicht genommen war, um in allen Streitigkeiten und Meinungsverschiedenheiten, die entstehen können über die Ausbildung der Lehrlinge, über die Arbeitszeit und den Arbeitslohn der Gehilfen, Lokalkommissionen oder Einigungsämter, zusammengesetzt aus Arbeitgebern und Arbeitnehmern, zu bilden, welche alle diese Sachen in beiden Theilen gerecht werdender Weise schlichten und grössere Ungelegenheiten verhindern sollen. In Berlin ist seitdem schon eine solche Kommission in's Leben gerufen in Folge der Jenaer Arbeiten, und ich glaube, wir haben es dieser Kommission zu verdanken, dass in Berlin die Arbeit in unserem Berufe nicht gestockt hat, ein Glück für das ganze Gewerbe, denn ich glaube, wenn dort Ungelegenheiten entstanden wären, so hätten wir alle im deutschen Reiche es mitfühlen müssen. — Wir haben in einem Verbande, wie er begründet werden soll, aber nicht nur wirthschaftliche Fragen zu ordnen, wir haben auch so manche Aufgaben technisch-wissenschaftlicher Art, die wir gemeinsam in unseren Versammlungen berathen und dann mit um so grösserem Nachdruck den Organen des Reiches — ich denke an die Physikalisch-Technische Reichsanstalt — vortragen können. Wir haben, wenn wir gemeinsam vorgehen, mehr Aussicht, dass unsere Zwecke gefördert werden. Nun liegt es uns vollständig fern, unsere gute alte deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik, die uns so lange genützt hat, zn schädigen oder gar zu begraben. Wir müssen das, was wir haben, zu behalten suchen; sie hat uns so lange genährt und gepflegt mit Aufwendung von Arbeit, Mühe und Geld. Im Gegentheil, wir wollen diese Gesellschaft nur weiter ausbauen; denn es ist klar, dass sie in ihrer jetzigen Organisation im Wesentlichen nur eine Berliner Gesellschaft sein kann, wenn auch einige Mitglieder ausserhalb Berlins wohnen. Wenn wir heute beschliessen, diese Gesellschaft über ganz Deutschland auszubreiten, dann werden wir unsere

Anzahl mindestens verdoppeln, wenn nicht noch auf eine grössere Höhe bringen können. Nur dann aber wird uns die Bewältigung aller dieser Aufgaben möglich sein.

Herr Stückrath-Friedenau als Korreferent: Ich habe dem ausführlichen Referat des Vorredners nicht mehr viel hinzuzufügen und will zunächst nur erwähnen, dass ich bisher leider von den Fachgenossen den Eindruck gewonnen habe, dass sie im Grossen und Ganzen der Sache doch noch recht lau gegenüber stehen. Ich möchte aber recht warm empfehlen, nicht zu warten, bis Noth und Zwang uns zusammenführen. — Um die Bildung eines allgemeinen deutschen Mechanikerverbandes vorzubereiten, ist der Entwurf von Satzungen für eine solche Gesellschaft seitens einer Anzahl von Berliner Fachgenossen besprochen und aufgestellt, und ich möchte mir gestatten, hierüber zu berichten.

Nach § 1 soll der *Zweck der allgemeinen deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik sein, die Freunde und Berufsgenossen der Mechanik und Optik zu vereinigen zur Förderung ihrer wissenschaftlichen und technischen, sowie ihrer gewerblichen Interessen.*

Nach § 2 sind die *Mittel zur Erreichung dieses Zweckes im Allgemeinen:*

a) *Die Bildung von Zweigvereinen, deren Mitglieder in der Regel zu monatlich oder häufiger wiederkehrenden Sitzungen zusammentreten, um sich über wissenschaftliche oder technische Neuerungen des Faches durch Vorträge, Besprechungen u. s. w. zu unterrichten, über ihre gemeinsamen gewerblichen Interessen sich zu verständigen und zugleich durch geselligen Verkehr einander näher zu treten.*

Herr Dr. Krüss hat vorhin erwähnt, die Bildung von Zweigvereinen wäre schwierig, in den kleinen Vereinen hätte man mehr Abstossungs- als Berührungspunkte; ich empfehle doch, den Versuch erst einmal zu machen. In Berlin hatte man anfangs dasselbe Bedenken; dies ist aber vollständig geschwunden; durch den persönlichen Verkehr der Berufsgenossen unter einander ist auch eine geschäftliche Annäherung erfolgt und es hat sich gezeigt, dass eine Vereinigung sehr von Segen ist, ohne dass die Geschäftsinteressen auf's Spiel gesetzt werden. — Sodann soll ein weiteres Mittel zur Erreichung des Zweckes (§ 1) sein:

b) *Die Bildung von Einigungsämtern, welche aus selbständigen Mechanikern und Mechanikergehilfen, sowie aus einem unparteiischen Obmann bestehen und deren Hauptaufgabe es ist, für die Betriebs-, Lehrlings- und Lohnverhältnisse der zugehörigen Werkstätten gleichartige Normen zu vereinbaren, deren Einhaltung seitens der Meister, sowie der Gehilfen zu kontroliren und hierbei etwa entstehende Differenzen auf gütlichem Wege beizulegen.*

c) *Die alljährliche Abhaltung eines Mechanikertages behufs gemeinsamer Erörterung der die sämmtlichen Fachgenossen interessirenden wissenschaftlichen, technischen und gewerblichen Fragen.*

d) *Die Herausgabe einer Vereinsschrift.*

Was die Wirksamkeit der Einigungsämter betrifft, so soll in ganz Deutschland nach möglichst einheitlichen Normen entschieden werden; ausserdem soll, um auch in Bezirken, in welchen Einigungsämter nicht bestehen, einen gütlichen Ausgleich der zwischen Meister und Gehilfen etwa entstehenden Differenzen zu ermöglichen, ein Obereinigungsamt gegründet werden, welches jährlich wenigstens ein Mal, zur Zeit des Mechanikertages zusammentritt. Die Errichtung von Einigungsämtern soll an allen Orten, beziehungsweise Bezirken, bei einer hinreichenden Anzahl von Werkstätten, erfolgen. Jedes Einigungsamt soll eine gleiche Anzahl von selbständigen Mechanikern und Gehilfen enthalten, und die Abordnung der letzteren soll nach Werkstätten geschehen, so dass Werkstätten mit weniger als 10 Gehilfen einen Vertrauensmann, solche mit wenigstens 11, aber weniger als 20 Gehilfen zwei Vertrauensmänner u. s. w. zu wählen hätten.



Was die Vereinszeitschrift betrifft, so soll diese nach § 10 bestehen in einem Hauptblatt, der *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, welche monatlich einmal, und in einem Beiblatt, welches monatlich zweimal erscheint. Als Jahresbeitrag für die Mitglieder setzt der Entwurf, einschliesslich des Bezuges der Vereinszeitschrift, 20 Mark fest. Diejenigen Mitglieder, welche auf die *Zeitschrift für Instrumentenkunde* verzichten und nur das Beiblatt zu erhalten wünschen, würden nur die Hälfte des Jahresbeitrages zu bezahlen haben.

Der Vorsitzende eröffnet die Generaldiskussion über die Organisationsfrage.

Herr Direktor Loewenherz: Ich möchte beantragen, dass ein provisorischer Vorstand beauftragt werden möge, mit der Gesellschaft für Mechanik und Optik in Berlin zunächst in Verbindung zu treten und, wo möglich, im Laufe dieses Jahres so vorzugehen, dass der definitive Statutenentwurf, welcher vorher jedem Mitgliede gedruckt zuzustellen wäre, im nächsten Jahre berathen werden kann. Es würde sich indess empfehlen, schon jetzt über einige Hauptpunkte schlüssig zu werden, nämlich über die Gründung von Zweigvereinen, die Gründung von Einigungsämtern, die Abhaltung eines jährlichen Mechanikertages und die Herausgabe einer Vereinszeitschrift, in dem Sinne, wie Herr Stückrath nach dem Statutenentwurf berichtet hat. Vielleicht als Ergänzung des von dem Herrn Vorredner Ausgeführten möchte ich nur die Gründe kurz darlegen, welche bei den Berathungen in Berlin vorzugsweise maassgebend gewesen sind. Dort kam im Frühjahr dieses Jahres eine Ortskommission zu Stande, aus 5 Vertretern der selbständigen Mechaniker, 5 Gehilfen und einem Obmann bestehend. Diese Ortskommission hat eine Reihe von Beschlüssen gefasst, die den sämmtlichen selbständigen Mechanikern Berlins und Umgegend mit dem Ersuchen zugesandt wurden, denselben beizutreten. Diese Beschlüsse decken sich meist mit den Jenaer Kommissionsbeschlüssen, sie bezogen sich auf die Arbeitszeit, Ueberstunden, Mindestlohn, Zahlung von Akkordarbeiten. Eine Versammlung, welche die Gesellschaft für Mechanik und Optik berufen hatte, hat es gewissermaassen übernommen, dass die Bedingungen, welchen sich der grösste Theil der Berliner Firmen unterzog, nun auch in Berlin durchgeführt würden. Es haben sich mehr als 50 Berliner Werkstätten diesen Bedingungen unterworfen, die zusammen etwa 920 Gehilfen beschäftigen; dagegen hat eine Reihe von Werkstätten mit 970 Gehilfen die Bedingungen nicht angenommen. In einer Versammlung derjenigen Werkstätten, welche die Bedingungen angenommen, wurde aber erklärt, dass sie nicht im Stande sein würden, die Abmachungen wegen der Verkürzung der Arbeitszeit und des höheren Arbeitslohnes auf die Dauer aufrecht zu erhalten, wenn es nicht gelänge, auch die anderen Werkstätten zur Annahme derselben zu veranlassen; und auch in Berlin werde die Vergünstigung, welche den Gehilfen gewährt worden, nicht aufrecht erhalten werden können, wenn es nicht gelinge, in ganz Deutschland die Mechanikerwerkstätten zu bestimmen, ihre Arbeitsbedingungen zu verändern, denn sonst würde die Berliner Mechanik bald lahm gelegt werden. Die Herren Vertreter der Gehilfen in Berlin hatten zugesagt, auch die übrigen Werkstätten zur Annahme dieser Bedingungen zu veranlassen; dies haben sie aber nicht durchführen können. Bei den Berliner Verhandlungen war man vollständig darüber klar, einerseits, dass nur bei gemeinsamem Vorgehen die Sache durchführbar sei, andererseits, dass die Löhne in vielen Fällen zu gering, die Arbeitszeit zu gross sei, und man war auch darüber klar,

dass, wenn die deutsche Mechanik nicht zurückgehen solle gegenüber dem Auslande, dann bessere Bedingungen für die Gehilfen zu bewilligen seien; andererseits wurde aber von vielen Seiten darauf hingewiesen, dass der Bildungszustand der deutschen Gehilfen, die Art der gewerblichen Ausbildung derselben, zum grossen Theil daran schuld sei, dass solche Zustände überhaupt noch bestehen. In der That ist häufig Klage darüber geführt worden, dass die Leistungen der jungen Mechaniker in den letzten 20 Jahren zurück gegangen, dass bessere Arbeiter überaus selten zu finden seien. Es wurde gesagt, es müsse dafür gesorgt werden, dass die Gehilfen eine bessere Stellung bekämen, aber auch, dass die Mängel in der Ausbildung derselben beseitigt, eine allgemeine bessere Ausbildung der Gehilfen ermöglicht werde. In welcher Weise das geschehen kann, ist noch zweifelhaft; vielleicht gelingt es, Lehrwerkstätten zu errichten; in dem von Herrn Stückrath vorgetragenen Statut ist dieser Punkt noch nicht berührt. Wir sind besonders der Meinung, dass nur eine solche Vereinigung der deutschen Mechaniker und Optiker, wie wir sie zu begründen beabsichtigen, im Stande sein wird, beides zu erreichen, einmal die Stellung der Gehilfen zu verbessern, andererseits dafür zu sorgen, dass die Gehilfen, welche in schlechten Werkstätten gewesen und deren Ausbildung eine ungenügende geblieben ist, Gelegenheit finden, diese Fehler nachträglich abzustreifen und das Versäumte nachzuholen. In diesem Sinne sind diese Vorschläge gemacht. Dem von Herrn Stückrath Vorgetragenen möchte ich betreffs der Zeitschrift noch hinzufügen, dass allerdings der Wunsch vorhanden ist, ein Organ zu schaffen, welches die wirthschaftlichen Interessen des Gewerbes vertritt, es dürfen aber dadurch die wissenschaftlichen Interessen keine Schädigung erfahren; deshalb soll die *Zeitschrift für Instrumentenkunde* in einem monatlich zweimal erscheinenden Beiblatte die gewerblichen Interessen behandeln. Man hofft, dass die Gehilfen einsehen werden, dass die Förderung eines solchen Beiblattes auch in ihrem Interesse liegt, und dass sie deshalb auch dazu beitragen werden, dieses Beiblatt wirklich lebensfähig zu machen.

Herr Dr. Krüss: Ich möchte nur ganz kurz auf die Ausführungen des Herrn Stückrath zu meiner Bemerkung zurückkommen, dass die Berufsgenossen in denselben Orten mehr Abstossungs- wie Berührungspunkte haben. Ich persönlich glaube gleichfalls nicht, dass durch die Bildung von Zweigvereinen der Einzelne Nachtheile haben wird, sondern bin in jeder Beziehung der Ansicht des Herrn Stückrath, welche derselbe auf seine Erfahrung in Berlin stützt, dass jeder von dieser Vereinigung Vortheile auf wirthschaftlichem Gebiete haben wird.

Herr Handke-Berlin bemerkt, dass in Jena über den weiteren Ausbau der Vereinigung der Mechaniker und Optiker im Prinzip kein Meinungsaustausch stattgefunden habe. Man ging dort von dem Gesichtspunkte aus, dass die vereinigten Arbeitgeber und die vereinigten Gehilfen sich gegenseitig mehr in die Hände arbeiten könnten. Es sei allerdings das Bedenken aufgetaucht, dass die Gehilfen nicht genügend organisirt wären, immerhin sollte man doch versuchen, die Gesellschaft in der Weise auszubauen, wie von Herrn Stückrath ausgeführt sei.

Herr Haslacher-Frankfurt äussert Bedenken gegen die Errichtung von Zweigvereinen. Das Vereinswesen sei so sehr entwickelt, es hätten sich schon so viele Spezialvereine gebildet, dass eine Vermehrung eine Zerstückelung der Kräfte herbeiführen würde. Er möchte vorschlagen, von der Bildung von Zweigvereinen abzusehen und statt dessen mit bestehenden verwandten Vereinen in den verschiedenen Städten in Verbindung zu treten, um diese zu veranlassen, sich mit



den Feinmechanikern in Spezialkommissionen zusammen zu thun. Auf diese Weise behalten die Feinmechaniker Fühlung mit den anderen Zweigen der Technik; wenn sie sich aber nur auf ihr eigenes Fach beschränken, so haben sie keine Gelegenheit, sich in den übrigen Fächern der Technik umzusehen. In kleinen Städten seien auch vielleicht nur 2 bis 3 Mechaniker, und wenn diese sich zu einem Zweigverein verbinden wollten, so würde doch nicht viel dabei herauskommen.

Herr Tesdorpf-Stuttgart: Der Zweck unserer Vereinigung liegt auf einem anderen Gebiet, es handelt sich dabei nicht nur um die technische Seite, sondern vornehmlich auch um die wirthschaftliche. Letztere lässt sich aber nicht mit anderen Vereinen erörtern, weil unsere Interessen ganz andere sind; nur bei einer Fachvereinigung ist es möglich, dass die Mitglieder einen vollständigen Einblick in die Auffassungen und Wünsche betreffs der Gehilfen- und Lehrlingsfrage gewinnen können. Der Anschluss an andere Vereine ist durch unsere Vereinigung nicht ausgeschlossen; im Gegentheil, es ist sehr wünschenswerth, dass die Meinungen ausgetauscht werden, und ich möchte empfehlen, an den von Herrn Stückrath gemachten Vorschlägen fest zu halten.

Herr Hartmann-Bockenheim: Es sei für ihn zwar zweifelhaft, ob die Bestrebungen für Erweiterung der Gesellschaft für Mechanik und Optik zu einer allgemeinen deutschen Gesellschaft erfolgreich sein werden, aber er möchte doch dafür sein, dass man sich heute schon schlüssig mache, diese Erweiterung vorzubereiten. Der zweifelhafte Erfolg von Zweigvereinen sei hier wiederholt zur Sprache gekommen, und dieser beruhe nach seiner Meinung auch in dem Vorhandensein anderer ähnlicher Gesellschaften an den verschiedenen Orten, in Frankfurt z. B. des elektrischen Vereins, der elektrotechnischen Gesellschaft, des physikalischen Vereins. Dann glaube er, dass die Organisation in den einzelnen Städten hauptsächlich dann Bestand haben werde, wenn die zu bildenden Einigungsämter die Unterlage für den allgemeinen Verband der deutschen Mechaniker bilden, diese eine Unterabtheilung der allgemeinen Gesellschaft für Mechanik und Optik ausmachten. In vielen Städten werden auch nicht so viele Mechaniker sein, dass sie einen besonderen Verein bilden könnten, diese werden also, wie in dem Statut vorgesehen, nur Einzelmitglieder der Gesellschaft sein können.

Herr Stückrath meint, man würde die Bildung von Zweigvereinen jedenfalls vorsehen müssen, denn andere Vereine, z. B. die technischen Vereine, könnten sich mit den wirthschaftlichen Fragen der Mechaniker nicht beschäftigen. Allerdings könnten Berufsgenossen als Einzelmitglieder der deutschen Gesellschaft für Mechanik angehören, ohne dass sie in einem Zweigvereine seien, die Thätigkeit solcher Mitglieder sei dann aber mit der Zahlung der Geldbeiträge erschöpft; ein Zweigverein entwickle unter allen Umständen eine Vereinsthätigkeit und rege manches an, was vielleicht für die Gesellschaft von Wichtigkeit sei. Wenn die Gesellschaft lebensfähig sein solle, so werde man von der Bildung von Zweigvereinen nicht absehen können.

Herr Direktor Loewenherz ist der Meinung, dass die Mitgliedschaft bei anderen Vereinen nicht hinderlich, sondern der Sache eher förderlich sein werde. Allerdings aber werden diese Vereine nicht in ein Verhältniss zu der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik treten können, aber es würde immerhin durch besondere Abtheilungen eine Verbindung mit der letzteren bestehen können. Er möchte nunmehr den Antrag stellen: einen Ausschuss von 8 Mitgliedern



niederzusetzen, mit dem Auftrage, die Geschäfte des deutschen Mechanikertages bis zum nächsten Jahre zu führen, Verhandlungen wegen Umwandlung der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik in Berlin in eine allgemeine deutsche Gesellschaft einzuleiten, und die Organisation dieser Gesellschaft auf Grund der von Herrn Stückrath vorgetragenen Einrichtungen anzubahnen, sowie die weiter erforderlichen Maassregeln möglichst bis Ende dieses Jahres vorzubereiten. Für die detaillirte Ausführung würden die Bestimmungen, wie sie in dem Statutenentwurf aufgeführt, zu berücksichtigen sein. Ferner aber beantrage er, dass schon die heutige Versammlung sich über die Hauptgrundsätze des Statuts, Zweigvereine, Einigungsämter, jährlicher Mechanikertag und Vereinszeitschrift schlüssig werde.

Der Vorsitzende: Ueber die grundsätzliche Frage der Begründung eines dauernden Verbandes der Mechaniker Deutschlands an Stelle der Wanderversammlung scheint keine Meinungsverschiedenheit zu herrschen. Wenn ich mich in dieser Annahme nicht irre, so würde nun der Antrag des Herrn Dr. Loewenherz zur Erörterung und Abstimmung kommen, dahin gehend, dass erstens die Versammlung eine Kommission für die Verwirklichung dieses Planes durch Verhandlung mit der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik wähle, und zweitens dass die Versammlung sich ausspreche über die Direktiven, welche dieser Kommission oder diesem Ausschuss gegeben werden sollen. Es wird also zunächst die Frage zu beantworten sein: Soll ein Ausschuss ernannt werden, welcher die Geschäfte bis zum nächsten Mechanikertage fortzuführen hat? Bejahenden Falls ist hiermit eigentlich grundsätzlich entschieden, dass der Mechanikertag sich gewissermaassen in Permanenz erklärt.

Herr Dr. Loewenherz fügt seinen früheren Ausführungen noch hinzu, dass nach seiner Meinung der zu bildende Ausschuss in die Lage gesetzt werden müsse, schon vom 1. Januar des nächsten Jahres an im Namen des Mechanikertages Beiträge zu erheben und, betreffs der Herausgabe der Vereinszeitschrift vom 1. Januar ab, Verhandlungen mit dem Verleger zu führen.

Der Vorsitzende: Wenn Niemand dagegen spreche, dürfe er wohl annehmen, dass der Vorschlag des Herrn Dr. Loewenherz angenommen sei, und es würde nun darauf ankommen, einen Ausschuss zu wählen. Es dürfte sich empfehlen, eine kurze Pause eintreten zu lassen, da es wünschenswerth ist, in Bezug auf die Auswahl von Personen eine Verständigung in kleineren Kreisen zu ermöglichen.

Nach der Pause werden zu Mitgliedern des Ausschusses; mit dem Rechte der Zuwahl, gewählt die Herren Professor Abbe, Haensch, Hartmann, Dr. Krüss, Dr. Loewenherz, Petzold-Leipzig, Dr. Steinheil-München, Tesdorpf und Dr. Westphal.

Der Vorsitzende: Wir treten nunmehr in die Spezialdebatte über die einzelnen Punkte des Statutenentwurfs ein.

Herr Dr. Loewenherz: Es handelt sich hauptsächlich um die §§ 2, 3, 4, 5, 6 u. 7 des Statuts. Der § 2 stellt als Mittel zur Erreichung des Zweckes der Gesellschaft auf: a) die Bildung von Zweigvereinen, b) die Bildung von Einigungsämtern, c) die jährliche Abhaltung eines Mechanikertages, d) die Gründung einer Vereinsschrift.

Der Vorsitzende: Es würde also zunächst die Frage kommen, ob der Ausschuss von vornherein beauftragt werde, bei der Organisation der Gesellschaft auf die Gründung von Zweigvereinen Bedacht zu nehmen.



Herr Haslacher stellt hierzu folgenden Antrag:

Der Mechanikertag beauftragt seinen Ausschuss, mit bestehenden technischen und gewerblichen Vereinen in den Provinzen sich ins Einvernehmen zu setzen, um deren Ansichten zu erfahren über die Bildung von Kommissionen oder Spezialabtheilungen für Feinmechanik innerhalb der bestehenden technischen oder gewerblichen Vereine.

Herr Dr. Loewenherz: Wenn es die Meinung des Antrages ist, dass neben der Bildung von Zweigvereinen auch die Verbindung mit anderen technischen Vereinen behufs Gründung von Fachvereinen für Feinmechanik angestrebt wird, so ist das nur eine wünschenswerthe Ergänzung des Antrags der Kommission, und dann würde ich demselben zustimmen.

Herr Dr. Krüss: Ich glaube, dass diese Frage später von Fall zu Fall entschieden werden muss. Es handelt sich zunächst doch hauptsächlich darum, dass wir eine grosse Anzahl Mitglieder bekommen. Wenn nun an einem Orte oder in einem Bezirke eine grössere Anzahl von Berufsgenossen der Gesellschaft beigetreten sind, so kann versucht werden, dort einen Zweigverein zu bilden. Wo derartige Kommissionen von Feinmechanikern in bestehenden Vereinen schon vorhanden sind, wird man diese vielleicht veranlassen können, sich von dem Hauptverein abzusondern, um für sich ein eigenes Dasein zu führen. Es werden also immer die lokalen Verhältnisse zu berücksichtigen sein, doch muss in den Satzungen bestimmt werden, dass Zweigvereine gegründet werden sollen.

Herr Haslacher befürwortet nochmals seinen Antrag. Wenn die Fachleute in den einzeln bestehenden Vereinen aufgefordert werden, sich in einer besonderen Kommission zusammen zu thun, so wird das in der Regel von dem Vorstand des betreffenden Vereins, nicht von irgend einem Berufsgenossen, den also jeder andere als Konkurrent ansehen könnte, ausgehen, und der Mechanikertag würde sich ein besonderes Verdienst erwerben, wenn er diese Vereine zur Bildung von Kommissionen für Feinmechanik zu bewegen suchte.

Herr Pensky: Eines schliesst das Andere nicht aus, aber es lässt sich auch allenthalben nicht durchführen, weil nicht an allen Plätzen solche Vereine existiren. Zweigvereine und Sektionen für Feinmechanik in technischen Vereinen können sehr gut nebeneinander bestehen. Der Schwerpunkt würde nach meiner Ansicht freilich immer in den Zweigvereinen liegen, ich würde mich daher nicht dafür erklären können, sie aus dem Statut auszuscheiden.

Herr Dr. Loewenherz glaubt, dass der Vorschlag des Herrn Haslacher wohl angenommen werden könnte. Es werde am Ende wohl möglich sein, solche Fachausschüsse in technischen Vereinen mit der allgemeinen deutschen Gesellschaft für Mechanik uud Optik in Verbindung zu bringen.

Der Vorsitzende fasst die Meinung der Versammlung in Folgendem zusammen:

Der Ausschuss wird beauftragt, durch Bildung von Zweigvereinen oder durch Anschluss an bestehende Vereine eine Organisation zu schaffen, zu welchem Zwecke derselbe nach dem Antrage des Herrn Haslacher sich über die Ansichten der letzteren zu informiren hat.

Dieser Antrag wird angenommen.

Der Vorsitzende: Es folgt der zweite Punkt des § 2, die Frage wegen der Bildung von Einigungsämtern.



Herr Dr. Krüss: Die Bildung von Einigungsämtern kann ich nur empfehlen, ich glaube aber nicht, dass man so bestimmt sagen darf, dass auch an Orten, wo kein Zweigverein besteht, ein Einigungsamt gebildet werden soll, so dass der Ausschuss die Verpflichtung übernehmen müsste, dort solche Einigungsämter zu bilden, obgleich es ihm vielleicht gar nicht möglich sein wird.

Der Vorsitzende: Selbstverständlich würde der Ausschuss nur beauftragt werden können, möglichst auf die Bildung von Einigungsämtern hinzuwirken.

§ 2 b. wird angenommen.

Es folgen die Bestimmungen §§ 5 und 6 über die Modalitäten der Wahl der Mitglieder der Einigungsämter, welche Herr Dr. Loewenherz verliest. Dieselben lauten:

§ 5. Die Einrichtung von Einigungsämtern erfolgt möglichst in allen Orten bezw. in allen Bezirken mit einer hinreichenden Anzahl von Mechanikerwerkstätten. In Bezirken, in welchen Theilvereinigungen oder Zweigvereine bestehen, wird sie von diesen, sonst von geeigneten Vertrauensmännern der Gesellschaft in die Hand genommen.

Jedes Einigungsamt wird aus einer gleichen Anzahl von selbständigen Mechanikern und von Mechanikergehilfen gebildet. Die Anzahl wird nach den Besonderheiten des Bezirks bestimmt; es soll aber kein Einigungsamt weniger als je drei Vertreter der Meister und Gehilfen aufweisen.

§ 6. Die Wahl der Meistervertreter erfolgt durch Mehrheit der Anwesenden in einer Versammlung, zu welcher sämmtliche selbständige Mechaniker des betr. Bezirks vorgeladen werden.

Die Wahl der Gehilfenvertreter erfolgt durch Mehrheit der Anwesenden in einer Versammlung, zu welcher die Gehilfen sämmtlicher Mechanikerwerkstätten des betr. Bezirks aufgefordert werden, einen oder mehrere Vertrauensmänner zu entsenden. Dabei wählen Werkstätten mit 1 bis 10 Gehilfen: 1 Vertrauensmann,

„ „ 11 „ 20 „ 2 „

„ „ 21 „ 30 „ 3 „ u. s. f.

Für Einigungsämter in Bezirken, in welchen die Zahl der Gehilfen 150 nicht übersteigt, erfolgt die Wahl der Gehilfen durch Mehrheit der Anwesenden in einer Versammlung, zu welcher sämmtliche Gehilfen eingeladen werden.

Der Obmann eines Einigungsamtes wird in gemeinsamer Sitzung von sämmtlichen Mitgliedern derselben gewählt.

Herr Dr. Loewenherz: Zur Begründung dieser Vorschläge, welche von Seiten der Gehilfen Anfechtung erfahren haben, möchte ich Folgendes hervorheben. In Berlin ist die Wahl der Gehilfenvertreter in einer Versammlung erfolgt, welche von der Gesellschaft für Mechanik und Optik berufen war; ungefähr 1200 Gehilfen waren anwesend. Es wurde eine Kandidatenliste von 5 Gehilfen aufgestellt und anscheinend mit Einstimmigkeit angenommen. Nachträglich erklärten aber viele Gehilfen, welche theils anwesend gewesen waren, theils auch nicht, dass sie eine derartige Wahl und eine derartige Vertretung nicht für bindend erachten könnten. Es waren besonders ältere Gehilfen, welche der Bewegung ganz fernstanden; sie erklärten, dass in einer solchen allgemeinen Versammlung — wo es fraglich sei, ob ausschliesslich Mechaniker anwesend seien — leicht eine Majorisirung der abweichenden Stimmen stattfinden könne; namentlich wo ein Gehilfenverband bestehe wie in Berlin, würden diejenigen, welche dem Verbande nicht angehörten, majorisirt. Die Kommission hat sich aus diesen Gründen für den vorliegenden Vorschlag entschieden. Ich weiss, dass derselbe von Seiten des Gehilfen-



verbandes heftige Opposition erfahren wird, indessen hat man in Berlin gemeint, denselben aufrecht erhalten zu sollen, weil man nicht glaubt, dass die Gehilfen, welche dem Verbande nicht angehören, sich ganz mit der Einrichtung der Einigungsämter befreunden werden, wenn es nicht gelingt, in dieser Weise eine Verständigung zu finden.

Der Vorsitzende stellt auf Vorschlag des Herrn Dr. Krüss zunächst den Passus über die Wahl der Arbeitgeber zur Berathung.

Herr Handke beantragt zu dem § 6 des Statutenentwurfs, dass zu der dort vorgesehenen Versammlung nur die Mitglieder der zu begründenden Gesellschaft für Mechanik und Optik eingeladen werden.

Herr Dr. Loewenherz: Ich bin gegen diesen Antrag. Wenn die Einigungsämter Werth und Bedeutung haben sollen, so darf man sich bei Bildung derselben nicht beschränken auf die Mitglieder der Gesellschaft, sondern man sollte grundsätzlich daran festhalten, dass sämmtliche Mechaniker des betreffenden Bezirks zu der Versammlung eingeladen werden.

Herr Pensky: Ich glaube auch, dass es zweckmässiger für eine gedeihliche Entwicklung der Einigungsämter ist, dass man sie auf eine möglichst breite Basis stellt und möchte zur Erwägung anheim geben, ob es nicht vielleicht möglich ist, die Bildung der Einigungsämter so vorzunehmen, dass die Vertreter der Prinzipale von den Gehilfen, die Vertreter der Gehilfen von den Prinzipalen gewählt werden.

Herr Tesdorpf befürwortet, die Einladung zur Wahl an sämmtliche Mechaniker des Bezirks zu schicken, weil gerade durch dieses Entgegenkommen an die der Gesellschaft noch fern Stehenden der Eine oder der Andere sich veranlasst sehen würde, sich derselben anzuschliessen und so die Interessen der Gesellschaft mit fördern zu helfen.

Es erfolgt die Abstimmung über den Vorschlag des Statuts § 6 Absatz 1:

Die Wahl der Meistervertreter erfolgt durch Mehrheit der Anwesenden in einer Versammlung, zu welcher sämmtliche selbständige Mechaniker des betreffenden Bezirks eingeladen werden.

Der Antrag wird angenommen.

Es kommt dann zur Erörterung § 6 Absatz 2.

Herr Bremer-Hamburg: Wenn die Prinzipale eine direkte Wahl vornehmen sollen, an welcher sämmtliche selbständige Mechaniker theilnehmen können, so muss man dieses Recht auch den Gehilfen einräumen. Diese Bestimmung ist, glaube ich, auf die Berliner Verhältnisse zugeschnitten; in kleinen Städten würde sie nicht zutreffen; speziell in Berlin aber würden die grossen Werkstätten, wo die Arbeiter nach Hunderten zählen, z. B. die Werkstatt von Siemens & Halske, von den kleinen majorisirt werden. Uebrigens muss die in Berlin geschehene Wahl doch wohl ganz gut gewesen sein, denn Herr Dr. Loewenherz hat ja selbst gesagt, dass eine Einigung mit diesen Gehilfenvertretern zu Stande gekommen sei. Ich bitte, gleiches Recht für beide Theile anzuerkennen.

Herr Pinn: Die Kommission glaubt zu ihrem Vorschlage veranlasst worden zu sein durch die Vorgänge in Berlin, und Herr Dr. Loewenherz meint, dass in der erwähnten Versammlung die Mitglieder des Gehilfenverbandes unverhältnissmässigen Einfluss auf die anders denkenden Gehilfen ausgeübt haben. Die Wahl war thatsächlich eine ganz freie, ohne dass von uns der geringste Einfluss ausgeübt werden konnte. Wenn ferner angeführt worden, dass von den Gehilfen in einer allgemeinen Versammlung nur solche Gehilfen zu den Einigungsämtern gewählt werden würden,

welche dem organisirten Verbande angehören, so begreife ich nicht, wie eine solche Meinung aufkommen kann. Wie Herr Bremer ferner schon ausgeführt, würden bei dem Vorschlage der Kommission in der Regel die grossen Werkstätten entschieden zu kurz kommen; drei kleine Werkstätten mit wenigen Gehilfen würden schon drei Vertrauensmänner zu wählen haben, während eine grosse Werkstatt von 30 Gehilfen auch nur drei Vertrauensmänner zu wählen hätte. Die Gehilfen suchen jede Gelegenheit, um sich mit den Prinzipaleu zu vereinigen, da sollte man aber auch nicht ein so ungleiches Verfahren einführen. Was im Uebrigen den vorgeschlagenen Wahlmodus betrifft, so möchte ich noch betonen, dass die Berliner Gehilfen durchaus gegen denselben sind und erklärt haben, dass daran vielleicht das Zustandekommen eines Einigungsamtes in Berlin scheitern würde. Es ist angedeutet worden, bei einer solchen allgemeinen Versammlung der Gehilfen kämen vielleicht 1000 Menschen zusammen; wer aber könnte kontroliren, dass sie sämmtlich Mechaniker seien. Bei einer von den Arbeitgebern selbst einberufenen Versammlung der Mechanikergehilfen waren Einlasskarten von den Meistern selbst ausgegeben, so dass wohl nicht anzunehmen ist, dass sich fremde Elemente dazwischen gedrängt haben. Durch bestimmte Vorsichtsmaassregeln könnte ja auch immerhin eine Beeinflussung vermieden werden, man könnte vielleicht durch Stimmzettel geheim abstimmen lassen. Nehmen Sie uns aber nicht das Recht, unsere Vertreter in derselben Weise zu wählen, wie Sie selbst wählen, sonst wäre nach zweierlei Maass gemessen.

Herr Dr. Loewenherz: Ich möchte zunächst konstatiren, dass dieser Vorschlag keineswegs irgend einer ungünstigen Auffassung gegenüber den bisherigen Mitgliedern der Berliner Ortskommission entstammt. Ich muss als Obmann dieser Ortskommission vielmehr konstatiren, dass die Herren in jeder Weise loyal vorgegangen sind, dass man sich mit ihnen sehr gut einigen konnte, und dass man bessere Vertreter der Gehilfen nicht wird finden können. Andererseits will ich aber nochmals konstatiren, dass nach den mir gewordenen Mittheilungen namentlich die älteren Gehilfen mehrerer grösserer Werkstätten Berlins erklärt haben, sie seien mit der direkten Wahl in einer allgemeinen Gehilfenversammlung nicht einverstanden. Uebrigens halte ich es nicht für eine grosse Gefahr, dass die grösseren Werkstätten, wo jedenfalls leichter eine Beeinflussung möglich ist, von den kleineren majorisirt würden. Das ist kein Bedenken gegen den Vorschlag, denn es ist nur dahin zu streben, dass Leute gewählt werden, welche tüchtig sind und das Vertrauen ihrer Kollegen geniessen, um die Funktionen beim Einigungsamt zu übernehmen.

Herr Dr. Krüss: Ich möchte zunächst nicht der Ansicht des Herrn Direktor Loewenherz sein, dass die Vorschläge der Kommission auf einen grossen Widerstand der Gehilfen stossen würden; ich glaube, nur auf Widerstand bei denjenigen Gehilfen, welche in Fachvereinen organisirt sind, und das ist in Berlin, so viel ich weiss, die Minorität. Die Vorschläge gehen nicht darauf hinaus, die Gehilfenschaft zu benachtheiligen, bezwecken vielmehr, dass die wirkliche Ansicht der Mehrheit ihre Vertretung finde. Denn wir dürfen uns nicht verhehlen, dass in den meisten Fällen Massenversammlungen nicht die Ansicht der Majorität zum Ausdruck bringen. Aus diesen Erwägungen ist der vorgeschlagene Wahlmodus hervorgegangen.

Herr Tesdorpf: Ich möchte noch bemerken, dass jedenfalls der Modus, die Vertrauensmänner aus den Werkstätten zu wählen, der richtigste ist. Es soll



ein gutes Zusammenwirken der Prinzipale und Gehilfen in den Einigungsämtern stattfinden; dieses ist aber nur da möglich, wo die sämmtlichen Werkstätten vertreten sind. Auf diese Weise kommen auch beide Abtheilungen der Gehilfen, sowohl die Verbandsmitglieder, wie auch die ausserhalb des Verbandes Stehenden zu ihrem Recht und zu ihrer Vertretung.

Herr Taege erklärt sich ebenfalls gegen den vorliegenden Vorschlag des Statutenentwurfs. Dieser Punkt würde von vornherein Zwiespalt erregen und das müsse vermieden werden.

Der Vorsitzende: Ich will nicht eingehen auf die Bedenken, welche ich gegen die Modalitäten dieses indirekten Wahlmodus habe; ich möchte nur darauf hinweisen, dass die Annahme desselben, welcher die Gehilfenvertretung anders behandelt als die Meistervertretung, von vornherein ein grosser taktischer Fehler sein würde, der die ganze Organisation, welche wir wünschen, unmöglich machen könnte. Es würde von vornherein die gedeihliche Wirksamkeit des Einigungsamts aufgehoben sein, wenn es uns nicht gelingt, in den Kreisen der Gehilfen Vertrauen zu finden, wo wir auf eine grundsätzliche Gegnerschaft von vornherein rechnen müssen. Die vermeintliche unzweckmässige Wahl, wie sie in Berlin stattgefunden hat, hat doch den Erfolg gehabt, dass Leute gewählt worden sind, mit welchen sich recht gut verhandeln liess, wie Herr Direktor Loewenherz ja selbst gesagt hat. Ich würde mich also dem von anderer Seite gestellten Antrag anschliessen, die Wahl der Gehilfen und Meister nach dem gleichen Modus vorzunehmen.

Herr Haslacher: Ich möchte vorschlagen, dass bei den Wahlen in der Provinz so verfahren werde, wie Herr Professor Abbe vorschlägt, in Berlin aber in der Weise, dass die Verbandsmitglieder eine Anzahl Mitglieder und die dem Verbande nicht angehörenden Gehilfen ebenfalls eine Anzahl wählen.

Herr Direktor Loewenherz: Der Vorschlag des Vorredners erledigt sich von selbst. In kleinen Orten, wo die Zahl der Gehilfen nicht 150 übersteigt, soll nach dem Vorschlage des Statuts die Wahl der Vertreter durch eine öffentliche Versammlung vorgenommen werden, wozu alle Gehilfen des Bezirks eingeladen werden. Es handelt sich bei diesem neuen Wahlmodus nur um Berlin und andere grosse Plätze.

Herr Handke erklärt sich gegen den Vorschlag, dass für die Gehilfen ein anderer Wahlmodus aufgestellt werde als für die Prinzipale. Er sehe nicht ein, weshalb man den Gehilfen nicht zugestehen sollte, ihre Vertreter in einer allgemeinen Versammlung der Gehilfen zu wählen.

Der Vorsitzende fasst die Anträge der Gehilfenvertretung dahin zusammen:

Die Wahl der Gehilfen erfolgt nach dem gleichen Modus wie die der Prinzipale in einer öffentlichen, durch die Prinzipale einberufenen allgemeinen Versammlung der Gehilfen mittels Stimmzettel durch absolute Majorität.

Herr Direktor Loewenherz giebt anheim, die ganze Sache dem Ausschuss zu überweisen, um eine weitere Prüfung derselben vorzunehmen. Er wünsche für beide Theile nur das Beste, und die Gehilfen würden ihm zugeben, dass er vollständig unparteiisch der Sache gegenüberstehe.

Der Vorsitzende wendet sich gegen den Vorschlag des Herrn Direktor Loewenherz. Dadurch würde den Ausschussmitgliedern eine Verantwortung auferlegt, die er für seine Person nicht übernehmen möchte.

Herr Direktor Loewenherz betont noch, dass die Zahl der Gehilfen in Berlin, welche derzeit gegen den Beschluss der öffentlichen Versammlung protestirt

hätten, eine ziemlich grosse gewesen sei. Es liege also die Gefahr nicht fern, dass in Berlin ein Einigungsamt nicht zu Stande komme, wenn der von Herrn Bremer vorgeschlagene Wahlmodus angenommen werde.

Herr Tesdorpf: Wenn das gute Einvernehmen nur an dem Wahlmodus scheitern könnte, so würde er gern von dem vereinbarten Vorschlag Abstand nehmen. Ihm komme es vor allen Dingen darauf an, dass beiden Theilen Gerechtigkeit geschehe.

Herr Dr. Krieg-Magdeburg glaubt, dass man dem Antrage des Herrn Bremer wohl zustimmen könne. Was dem Einen recht, sei dem Anderen billig. Mit der Ueberweisung der Sache an den Ausschuss könne er sich nicht einverstanden erklären.

Herr Wanke-Osnabrück: Die heutige Versammlung ist nicht allzu zahlreich; vielleicht wird die nächstjährige nach Einführung der neuen Organisation eine grössere sein und es ist deshalb besser, dass die Verhandlung über diesen Punkt vertagt werde.

Herr Bremer wendet sich gegen die Vertagung.

Herr Direktor Loewenherz beantragt nunmehr für das nächste Jahr den Antrag des Herrn Bremer anzunehmen, wonach die Wahl in derselben Weise vorgenommen werden solle, wie das erste Mal geschehen.

Der Vorsitzende: Es würde sich nach diesem Antrage darum handeln, ob für das laufende Jahr der bisherige Wahlmodus beibehalten, die endgiltige Abstimmung über den Wahlmodus aber dem nächsten Mechanikertag vorbehalten bleiben soll.

Es erfolgt nunmehr die Abstimmung. Der Antrag des Herrn Bremer, das allgemeine direkte Wahlrecht auch für die Wahl der Gehilfenvertreter heute endgiltig zu beschliessen, wird abgelehnt, dagegen der Antrag, für das laufende Jahr die Wahlen nach dem Antrage des Herrn Bremer vorzunehmen, vorbehaltlich der Beschlussfassung über die endgiltige Regelung auf dem nächsten Mechanikertage, wird angenommen.

Hierauf vertagt sich die Versammlung auf $1^1/_2$ Stunden.

Nach der Pause wird zunächst der letzte Absatz des Statuts, die Wahl des Obmanns betreffend, genehmigt. Hierauf wird zur Berathung des § 7 übergegangen; derselbe lautet im ersten Absatz:

Das Einigungsamt übernimmt für die Werkstätten seines Bezirks, welche sich den von ihm aufgestellten Vereinbarungen zwischen Meistern und Gehilfen unterwerfen, die gütliche Vermittlung aller etwa entstehenden Differenzen, während es für andere Werkstätten eine gleiche Vermittlung abzulehnen hat.

§ 7, Absatz 1 wird angenommen.

§ 7, Absatz 2 lautet:

„Das Einigungsamt richtet Arbeitsnachweise ein, oder übernimmt, soweit solche bestehen, die Kontrole derselben nach noch zu vereinbarenden Bestimmungen.“

Herr Bremer: Die Kommission in Jena habe beantragt, dass der Arbeitsnachweis in den Händen der Gehilfen bleiben solle. Hier werde nun gesagt: das Einigungsamt richte Nachweise ein. Dies habe doch wohl nur den Sinn, dass das Einigungsamt sich den Bestimmungen, welche von Seiten der Gehilfen gestellt werden, unterwerfe?

Herr Direktor Loewenherz: Es ist nach dieser Bestimmung vollständig frei gelassen, von welcher Seite der Arbeitsnachweis geführt werden soll.



Absatz 2 wird angenommen.

Es folgt § 9, derselbe lautet:

Der Mechanikertag findet alljährlich an einem anderen Orte statt. In der Regel setzt jeder Mechanikertag Zeit und Ort des nächsten fest, doch kann auch der Vorstand der Gesellschaft hiermit beauftragt werden. Bei den Mechanikertagen haben nur die anwesenden Mitglieder der Gesellschaft Stimmrecht. Für alle Beschlüsse und Wahlen ist Stimmenmehrheit maassgebend. Anträge, für welche Stimmenmehrheit nicht erzielt wird, sind abgelehnt. Tritt bei Wahlen Stimmengleichheit ein, so entscheidet das Loos.

Herr Direktor Loewenherz glaubt, dass dieser Paragraph zunächst nicht in Betracht komme, denn da bis zum nächsten Jahre noch keine eigentliche Vereinigung bestehen werde, so sei nicht nöthig, dass darüber schon heute eine Diskussion und ein Beschluss erfolge.

Der Vorsitzende: Er nehme an, dass darüber heute kein Beschluss gefasst werden solle.

Es folgt Berathung über §§ 10 und 12. Dieselben lauten:

Die Vereinszeitschrift besteht in einem Hauptblatt, der Zeitschrift für Instrumentenkunde, welche monatlich einmal, und in einem Beiblatt, welches monatlich zweimal erscheint. Die Zeitschrift wird den Mitgliedern der Gesellschaft kostenfrei zugesandt. Zweigvereine erheben von ihren Mitgliedern einen Jahresbeitrag von wenigstens 20 Mark, wovon sie 17 Mark an die Kasse der Gesellschaft abführen; für Mitglieder, welche auf den Bezug der Zeitschrift für Instrumentenkunde verzichten, ermässigt sich der Jahresbeitrag auf 10 Mark, und dementsprechend die an die Gesellschaftskasse abzuführende Summe auf 7 Mark. Mitglieder, welche einem Zweigverein nicht angehören, zahlen einen Jahresbeitrag von 18 Mark und bei Verzicht auf den Bezug der Zeitschrift 8 Mark.

Der Vorsitzende macht zur Vereinfachung der Diskussion darauf aufmerksam, dass es sich zunächst um die Grundfrage handele: Soll die Zeitschrift für Instrumentenkunde, welche bisher das Organ der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik gewesen ist, auch weiterhin das Organ des allgemeinen Verbandes der deutschen Mechaniker und Optiker sein. Er sei der Ansicht, dass, wie die bestehende Gesellschaft bisher ein solches Organ benöthigt habe für ihre technisch-wissenschaftlichen Interessen, dasselbe auch für unseren weiteren Verband fortbestehen sollte. Die zweite Frage würde dahin gehen, in wie weit im Interesse des Gewerbes und des Verkehrs der Mitglieder unter einander es erwünscht sei, diese wissenschaftliche Zeitschrift in der Form eines Beiblattes zu erweitern. Jedenfalls gehe der Antrag von der Meinung aus, dass die Zeitschrift nicht unbedingt von allen Mitgliedern gehalten werden müsse. Es werde daher wohl zweckmässig sein, den Beitrag, welcher für die Zeitschrift zu zahlen, hier gar nicht zu erwähnen.

Herr Dr. Krieg: Alle werden darin übereinstimmen, dass es eine glückliche Lösung ist, wenn aus der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik ein allgemeiner Verband der deutschen Mechaniker und Optiker wird, dass dann auch das Organ der ersteren zum Organ der neuen Gesellschaft erhoben werde. Ich halte es aber nicht für richtig, dass die Mitglieder die Zeitschrift noch besonders bezahlen müssen. Die Mitglieder des deutschen Architekten- und Ingenieurvereins bekommen das Organ dieser Gesellschaft unentgeltlich. Eine weitere Frage ist: Soll die neue Gesellschaft das Risiko für das Bestehen der Zeitschrift allein tragen, oder ist irgend ein Angebot von dem Verleger der Zeitschrift für Instrumentenkunde gemacht? Wenn die Mitgliederzahl einmal zurück-

gehen sollte, dann reichte der jetzige Beitrag vielleicht noch nicht aus, und es müsste eine Erhöhung eintreten.

Der Vorsitzende: Wenn Herr Dr. Krieg es für einen glücklichen Gedanken hält, dass, falls die neue Gesellschaft durch Erweiterung der bestehenden Gesellschaft sich konstituire, dann auch das Organ der letzteren als Organ der neuen Gesellschaft bestehen bleibe, so sollte man um so weniger das Bestehen der Zeitschrift in Frage stellen. Die jetzige Gesellschaft wird sich jedenfalls nicht auflösen, wenn sie nicht sicher ist, dass ihr Organ bestehen bleibt und zwar auf demselben Niveau wie bisher. Nun ist von Herrn Direktor Loewenherz der Antrag gestellt, das Halten der Vereinszeitschrift nicht als einen bedingenden Theil der Vereinsmitgliedschaft hinzustellen, um nicht zu der Konsequenz zu kommen, einen zu hohen Mitgliedsbeitrag erheben zu müssen. Der Ausweg scheint mir dann ein sehr naturgemässer, dass ein billiges Beiblatt als Anhang herausgegeben wird, welches die eigentlichen praktischen Interessen des Gewerbes vertritt, so dass jeder Mechaniker Mitglied der Gesellschaft werden kann, auch wenn er auf den Bezug der wissenschaftlichen Zeitschrift verzichtet. Ueber das Risiko, welches die neue Gesellschaft mit der Zeitschrift übernehmen würde, kann man sich beruhigen; es wird nicht grösser sein als dasjenige, welches die bisherige Gesellschaft für Mechanik und Optik getragen hat, nämlich gar keins. Schliesslich wird die bisherige Unterstützung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt dem Blatte auch gewiss ferner erhalten bleiben.

Es wird zur Abstimmung geschritten und der vom Vorsitzenden dahin formulirte Antrag, dass die Zeitschrift für Instrumentenkunde, das Organ der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, auch Organ der allgemeinen deutschen Gesellschaft von Mechanikern und Optikern werde, angenommen.

Herr Tesdorpf fragt an, in welcher Weise man das Beiblatt zu redigiren gedenke? Er nehme an, dass es die Veröffentlichungen des Vereins enthalten solle, empfehle aber, auch die Publikationen der Gehilfen aufzunehmen.

Herr Direktor Loewenherz will sich bemühen, bei den Herausgebern der Zeitschrift für Instrumentenkunde — das ist nicht die Gesellschaft für Mechanik und Optik — dahin zu wirken, dass das Beiblatt in dem von Herrn Tesdorpf gewünschtem Sinne herausgegeben werde; ohne einen förmlichen Beschluss derselben sei er nicht in der Lage, eine bindende Zusage zu machen. — Redner fährt dann fort: Im nächsten Paragraphen folgen dann einige Punkte, über welche wir eigentlich nicht Veranlassung haben, uns jetzt auszusprechen, da Zweigvereine noch nicht existiren; es heisst z. B. im § 11: *Die Mitglieder von Zweigvereinen sind auch Mitglieder der Gesellschaft.* — Dann kommen im § 12 die Bestimmungen über den Beitrag, worüber bestimmte Zahlen noch näher vereinbart werden können. Nach dem Entwurf soll der Jahresbeitrag von Zweigvereinsmitgliedern wenigstens 10 M. betragen, was sich für diejenigen, welche die Zeitschrift beziehen, auf 20 M. erhöht; Einzelmitglieder zahlen 8 bezw. 18 M.

Der Vorsitzende: Es würde also die Frage dahin zu stellen sein, ob die Mitglieder einen Jahresbeitrag von wenigstens 10 bzw. 8 M. und, falls sie die Zeitschrift für Instrumentenkunde halten, von 20 bzw. 18 M. zahlen sollen.

Dies wird angenommen.

Es folgt Berathung über § 16. Derselbe lautet: *Für die Kassen- und Buchführung, sowie für die Vermittlung des Verkehrs der Gesellschaft mit den Zweigvereinen, Einigungsämtern, den Mitgliedern der Gesellschaft und den dieser nicht angehörenden deut-*

schen Mechanikern, endlich zur Aufnahme der Protokolle über die Sitzungen des Mechanikertages sowie des Vorstandes wird ein besoldeter Geschäftsführer gewählt u. s. w.

Der Vorsitzende: Ich möchte wohl darauf hinweisen, dass mir und allen, welche an den bisherigen Arbeiten mitgewirkt haben, es als ein unbedingtes Bedürfniss erschienen ist, eine Arbeitskraft zu gewinnen, welche die genannten Arbeiten zu übernehmen hat. Mit einer rein ehrenamtlichen Besorgung derselben ist bei solchen Sachen nicht auszukommen, denn es bleiben ausser den Geschäften, welche immerhin den Vorstandsmitgliedern obliegen, so viele andere Arbeiten, dass man den ohnehin schon viel beschäftigten Vorstandsmitgliedern nicht zumuthen kann, dieselben zu übernehmen. Es ist unbedingt nothwendig, einen besoldeten Geschäftsführer anzustellen und ich möchte bitten, den gewählten Ausschuss damit zu beauftragen.

§ 16 wird nach weiterer Befürwortung durch Herrn Handke angenommen.

Der Vorsitzende: Damit ist der erste Gegenstand für jetzt erledigt. Das Weitere, insofern es sich um die endgiltige Feststellung der Einzelheiten des Statuts und die Organisation handelt, würde dem Ausschuss und dem nächstjährigen Mechanikertage anheimfallen.

Nunmehr folgt die Berathung über die Einführung einheitlicher Rohrdimensionen. — Herr Dr. Krüss übernimmt den Vorsitz.

Herr Haensch: Der grosse Bedarf an gezogenem Messingrohr in den mechanischen und optischen Werkstätten hat zu einer so grossen Anzahl von Dornen und Ziehringen geführt, dass es wohl an der Zeit wäre, eine Vereinfachung anzustreben, welche sowohl für unser Fach wie für die Rohrfabrikanten von Vortheil sein müsste.

Es ist wohl bekannt, dass die Herstellung der Rohre verschieden stattfindet. Die grösste Zahl von Rohren, welche in der Technik verwerthet werden, besonders ausserhalb der Mechanik, sind die ohne Naht gezogenen. Eine zweite Kategorie, eine Art Präzisionsrohr, wird ebenso hergestellt, nur wird vor dem letzten Zuge das Rohr auf dem Dorn noch einmal abgedreht; die dritte Art sind nun die mit Naht gezogenen, d. h. aus Blech gelötheten Rohre, die in der Technik die Bezeichnung Präzisionsrohre führen und die uns besonders interessiren. Andere Herstellungen durch Stanzen u. s. w. können z. Z. nicht in Betracht kommen.

Die ersten beiden Arten leiden besonders an Ungleichheit der Wandstärke und Wandhärte. Diese Fehler machen sich vornehmlich fühlbar, wenn die Rohre, um ein gutes Aussehen zu erzielen, wie häufig geschieht, stark gezogen werden. Werden solche Rohre nun in Stücke zerstochen, so springen dieselben natürlich nach ihren verschiedenen Härten in allen Formen, was für die mechanische Verwerthung sehr schädlich ist. Präzisionsrohre, aus schon parallel gewalztem Blech zusammengebogen und gelöthet, sollen zwar diese Fehler nicht in so hohem Maasse haben, wie andere Rohre; die Fehler sind aber auch bei diesen nicht ganz gehoben, was wiederum daher rührt, dass die Fabrikanten dieselben möglichst blank ziehen lassen, wodurch zu grosse Härte eintritt; es wird dabei ganz vergessen, dass in den meisten Werkstätten die Rohre doch erst mit Feile, Stichel u. s. w. behandelt werden müssen.

Auf diese inneren Mängeln der Rohre will ich jedoch nicht weiter eingehen, sondern mich zu den Nachtheilen der so sehr verschiedenartigen äusseren Dimensionen wenden. Wie gross die Verwirrung auf diesem Gebiete ist, geht



daraus hervor, dass nach meinen Ermittlungen in einer einzigen Werkstatt 800 verschiedene Rohrnummern vorkommen. Der Güte des Herrn M. Cochius verdanke ich eine Liste der verschiedenen Rohrdimensionen, welche in fünf Werkstätten im Gebrauch sind; aus derselben geht Folgendes hervor.

Was die Wandstärke betrifft, so scheinen hauptsächlich zwei Sorten im Gebrauch zu sein, eine dünnere, mit Wandstärken von 0,6 bezw. 0,75 bis 0,9 *mm*, sogenannte einwandige Rohre, und eine stärkere von im Allgemeinen doppelter Stärke.

Von den Dornstärken will ich im Folgenden die in den erwähnten 5 Werkstätten gebräuchlichen Dimensionen für Rohre von 14 bis 30 *mm* Durchmesser in folgender Tafel, in Millimetern ausgedrückt, anführen.

1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
14,0	—	—	—	—	—	—	22,9	—	—
—	14,5	14,4	—	—	23,2	—	—	23,4	24,5
15,5	15,4	—	15,4	15,5	—	23,8	—	—	—
15,75	—	—	—	—	24,5	24,4	—	24,4	24,5
16,8	—	—	—	16,8	25,4	—	25,5	—	—
17,0	—	—	—	17,0	—	25,7	—	—	—
17,5	17,4	17,4	17,4	17,5	26,0	—	—	26,1	—
18,4	—	18,4	—	—	26,4	—	26,5	—	—
18,7	—	—	—	—	27,3	—	—	27,3	—
19,0	—	—	—	—	—	27,7	—	—	27,5
—	19,2	19,2	—	—	28,0	28,0	28,0	—	—
20,0	—	—	—	—	28,7	—	—	28,7	—
20,7	20,5	20,5	20,6	—	—	—	29,2	—	—
—	—	21,3	—	—	30,0	—	30,0	30,2	—
21,7	21,7	—	—	21,5	—	30,8	—	—	—
—	—	22,0	22,0	—					

Diese Zahlen beziehen sich auf Werkstätten, welche neben kleineren Fernrohren hauptsächlich Mikroskope herstellen. Das Material ist ja natürlich nicht ausreichend, um ein sicheres Bild zu erhalten, aber es scheint doch daraus hervorzugehen, dass die Dornstärken im Allgemeinen von halben zu halben Millimetern fortschreiten. Die zahlreichen Abweichungen von den vollen bezw. halben Millimetern, im Betrage von im Allgemeinen ± 0,1 bis 0,2 *mm* Dicke scheinen nicht beabsichtigt zu sein; es dürften dies Kopien vorhandener Dorne aus anderen Werkstätten sein. Eine wie grosse Fülle von Dimensionen ist aber dadurch für das Intervall von 14 bis 30 *mm* Durchmesser, also für 16 *mm*, entstanden!

Wie leicht könnte hier ein besserer Zustand Platz greifen, wenn wir uns auf Einführung einheitlicher Rohrdimensionen einigten. Wenn man in dem obigen, hauptsächlich in Betracht kommenden Intervall von halben zu halben Millimetern fortschritte, würden 32 Nummern entstehen, und wenn man dann noch zwei Wandstärken von 0,8 bezw. 1,3 bis 1,5 *mm* wählte, so würden sich 64 Nummern ergeben. Stellt man dieser verhältnissmässig geringen Anzahl die Fülle von Dimensionen gegenüber, die allein in obiger Tafel auftritt, so sieht man, welche Vereinfachungen noch erzielt werden können. Bei Einführung einheitlicher Rohrdimensionen würden ferner die Fabrikanten nur gangbare Nummern haben; sie könnten deshalb billiger und besser arbeiten. Welche Vortheile sich hieraus für die Mechaniker, besonders diejenigen in kleineren Städten, ergeben würden, liegt auf der Hand.

Ich stelle daher den Antrag:

Eine Kommission zu ernennen, welche beauftragt wird, weiteres Material zu sammeln und auf Grund desselben dem nächsten Mechanikertag in Frankfurt a. M. formulirte Vorschläge vorzulegen.

Der Antrag des Referenten, zum Zweck der Herbeiführung einheitlicher Rohrdimensionen eine Kommission von fünf Mitgliedern zu wählen, welche bis zum nächsten Mechanikertage zu berichten hat, wird angenommen. Die Versammlung erwählt zu Mitgliedern die Herren Haensch, Haensel-Jena, Tesdorpf, Pensky, Zschokke-München und Seibert-Wetzlar.

Der nächste Punkt der Tagesorduung betrifft die Einführung einheitlicher Schraubengewinde.

Herr Direktor Dr. Loewenherz berichtet im Anschluss an seine bezüglichen Darlegungen im Septemberheft *dieser Zeitschrift (S. 301)* über den Stand der hierher gehörigen Arbeiten.

Die in Heidelberg gewählte Schraubenkommission trat am 19. Januar d. J. in Charlottenburg zu einer Sitzung zusammen, zu welcher auch die nichterschienenen Mitglieder der Kommission ausführliche Aeusserungen über die einzelnen Punkte der Tagesordnung eingesandt hatten. Die Versammlung entschied sich für scharfe Gänge und für den Gangwinkel von 53° 8′. Wiederholte Besprechungen der Berliner Mitglieder der Kommission führten sodann zu bestimmten Vorschlägen für die Abmessungen der als üblich anzusehenden Befestigungsschrauben. Inzwischen war man mit Erfolg bestrebt, in immer weiteren Kreisen, insbesondere auch in elektrotechnischen, Interesse für die Einführung einheitlicher Gewinde zu erwecken. Bei einer Versammlung von Fachmännern, welche am 2. und 3. Juni d. J. in Frankfurt a. M. stattfand, waren demzufolge ausser der Schraubenkommission das Reichspostamt, die Kaiserliche Normal-Aichungskommission, der elektrotechnische Verein, der Verein deutscher Ingenieure, der deutsche Geometerverein, der technische Verein zu Frankfurt a. M. und die elektrotechnische Gesellschaft daselbst, sowie von grösseren Gewerbtreibenden die Firmen Siemens & Halske und Gebr. Heyne-Offenbach durch besondere Abgesandte vertreten. Auf dieser Versammlung wurde von den Herren Delisle-Karlsruhe und Gebbert-Erlangen mit den am vorher angegeben Orte (S. 303) ausführlich dargelegten Gründen die scharfen Gewinde bekämpft und dafür die abgeflachten Gewinde vorgeschlagen. Die weit überwiegende Mehrheit der Versammlung trat jedoch der Ansicht der Genannten entgegen und entschied sich (vergl. a. a. O. S. 306) für die scharfe Gangform. Sodann erklärte sich die Versammlung einstimmig für den Winkel von 53° 8′. Ferner wurde die nachstehend aufgeführte Reihe von Gewinden für die üblichen Befestigungsschrauben empfohlen, wobei die Folge der Durchmesser einem Vorschlage des Herrn Dr. Nippoldt-Frankfurt a. M. entstammte, während die Ganghöhen durch Verhandlungen von Fall zu Fall mit fast allseitiger Zustimmung festgesetzt wurden.

Durchmesser *mm*	Ganghöhe *mm*	Durchmesser *mm*	Ganghöhe *mm*	Durchmesser *mm*	Ganghöhe *mm*
0,5	0,15	2	0,4	5	0,8
0,6	0,15	2,3	0,4	5,5	0,9
0,8	0,2	2,6	0,5	6	1,0
1	0,2	3	0,5	7	1,1
1,2	0,2	3,5	0,6	8	1,2
1,4	0,3	4	0,7	9	1,3
1,7	0,3	4,5	0,8	10	1,4

Man ist endlich in Frankfurt darüber schlüssig geworden, für die probeweise Benutzung der als üblich angenommenen Gewinde während des Zeitraumes von einem Jahr zu wirken und im Herbst des nächsten Jahres eine neue Fachmänner-Versammlung in Frankfurt a. M. zusammentreten zu lassen, um an der Hand der gesammelten Erfahrungen etwaige Ergänzungen und Weglassungen in der Reihe der Gewinde zu erörtern.

Die Reichsanstalt hat Musterschrauben gemäss den Frankfurter Beschlüssen anfertigen lassen, von welchen einige Sätze zur Ansicht ausgelegt sind.

Der Berichterstatter fährt dann weiter fort:

Die vorliegenden Musterschrauben haben mich zu der Ansicht geführt, dass die in Frankfurt angenommene Gewindefolge in einigen Punkten eine Aenderung erfahren muss, wenn eine hinreichende Gleichmässigkeit in Beziehung auf die Feinheit erzielt werden soll. In Frankfurt hat man den Grundsatz festhalten wollen, dass die sämmtlichen Ganghöhen — abgesehen von denjenigen für die Durchmesser 0,5 und 0,6 *mm* — in vollen Zehntel-Millimetern sich ausdrücken lassen sollten. Ich halte es dagegen für richtiger, jenen Grundsatz fallen zu lassen und in den Ganghöhen Abstufungen bis zu halben Zehntel-Millimetern zu gestatten. So erhalte ich für die Durchmesser von 0,8 bis 10 *mm* die folgende Reihe:

Durchmesser *mm*	Ganghöhe *mm*	Durchmesser *mm*	Ganghöhe *mm*	Durchmesser *mm*	Ganghöhe *mm*
0,8	0,15	2,6	0,45	6	1,0
1	0,2	3	0,5	7	1,1
1,2	0,2	3,5	0,6	8	1,2
1,4	0,25	4	0,7	9	1,3
1,7	0,3	4,5	0,75	10	1,4
2	0,35	5	0,8		
2,3	0,4	5,5	0,9		

Auch Muster von Schrauben dieser Art sind ausgeführt und ausgelegt. Für die kleinsten Schrauben mit den Durchmessern von 0,5 und 0,6 *mm* haben wir trotz der angestellten Erhebungen nur wenig Anhaltspunkte gewonnen, so dass ich meinerseits es nicht wage, bestimmte Vorschläge dafür zu vertreten, vielmehr glaube, dass zunächst noch weitere Erkundigungen einzuholen sind.

Ich stelle schliesslich den Antrag, der Mechanikertag wolle die folgenden Beschlüsse fassen:

1. Für die in der Feinmechanik gebrauchten Befestigungsschrauben wird ein scharfgängiges Gewinde mit dem Winkel von 53° 8′ eingeführt.

2. Normen werden nur für Durchmesser bis zu 10 *mm* aufgestellt, und zwar sind die (in der vorstehenden Tafel) angegebenen Gewinde als übliche für Befestigungsschrauben anzusehen.

3. Die Kennzeichnung der Gewinde für Befestigungsschrauben geschieht durch Angabe der Werthe ihrer Durchmesser in Millimetern.

4. Es ist dahin zu wirken, dass in möglichst vielen Werkstätten Schrauben mit diesen Gewinden zur probeweisen Benutzung gelangen, damit im Herbst 1891 hinreichende praktische Erfahrungen über ihre Brauchbarkeit vorliegen.

5. Die Schraubenkommission wird beauftragt, betreffs der Bewegungsschrauben und der Rohrgewinde bis zum nächstjährigen Mechanikertage Vorschläge vorzubereiten.



Der Vorsitzende dankt Herrn Dr. Loewenherz für seinen eingehenden Bericht, sowie der Kommission für ihre Arbeiten und vertagt darauf die Sitzung auf 10 Minuten zur Besichtigung der ausgelegten Musterschrauben.

Herr Hartmann: Ich bin einer von denjenigen, welche bei der Kommissionssitzung besonderen Werth darauf gelegt haben, dass die Ganghöhen nur nach zehntel Millimetern fortschreiten, und zwar, weil sonst eine Unsicherheit in der Bestimmung der Ganghöhen eintreten kann. Nachdem ich die Gewinde hier ausgeführt gesehen, wie wir sie zu Frankfurt festgestellt haben, muss ich gestehen, dass ich auch zu einer andern Ueberzeugung komme. Ich habe mir eine Kurve aufgezeichnet, welche günstiger ist, als wenn wir die Ganghöhe nach Zehnteln festhalten. Nach dieser Kurve würden sich die auf Seite 307 des diesjährigen Septemberheftes der *Zeitschrift für Instrumentenkunde* angegebenen Maasse folgendermaassen verändern:

Durchmesser *mm*	Ganghöhe *mm*	Durchmesser *mm*	Ganghöhe *mm*	Durchmesser *mm*	Ganghöhe *mm*
0,5	0,1	2	0,4	5	0,8
0,6	0,12	2,3	0,45	5,5	0,9
0,8	0,15	2,6	0,5	6	1,0
1	0,2	3	0,55	7	1,1
1,2	0,25	3,5	0,6	8	1,2
1,4	0,3	4	0,7	9	1,3
1,7	0,35	4,5	0,75	10	1,4

Meine nunmehrige Ansicht stimmt offenbar mit dem Vorschlag des Herrn Direktor Loewenherz im Wesentlichen überein, so dass ich glaube, wir werden gut thun, die Beschlüsse der Frankfurter Kommission in dieser Weise zu modifiziren.

Der Vorsitzende: Diese Abweichungen bewegen sich in derselben Richtung, in welcher schon die Vorschläge des Herrn Direktor Loewenherz von den Frankfurter Beschlüssen abweichen Es würde gut sein, wenn die beiden Herren sich darüber einigten.

Herr Wanke-Osnabrück: Gewinde mit einem Verhältniss von 1 : 6 lassen sich ausserordentlich gut verwenden; sowie das Verhältniss aber kleiner wird, z. B. von 1 : 5, wird das Gewinde zu grob. Jetzt schlägt nun Herr Hartmann vor, wir sollen auf 3 *mm* Durchmesser eine Steigung von 0,55 nehmen. Dadurch würden aber die Gewinde entschieden verschlechtert. Ausserdem will er für den Durchmesser 1,7 die Ganghöhe 0,35 haben. Das wird auch wieder zu grob. Das Gewinde von 1,7/0,3 ist das richtige. Ich möchte deshalb den Vorschlag, wie er von Herrn Hartmann gemacht worden ist, nicht unterstützen und halte dafür, dass, wenn wir auch kleine Abweichungen von den Frankfurter Beschlüssen wählen, wir doch die Steigung von 1 : 6 möglichst genau durchführen sollten.

Herr Direktor Loewenherz: Ich glaube nicht, dass wir heute in der Lage sein werden, im Einzelnen über die Vorschläge des Herrn Hartmann, des Herrn Wanke oder die meinigen zu entscheiden. Das ist auch nicht nöthig, vielmehr wird es Sache der Schraubenkommission sein, über die Frage so bald wie möglich schlüssig zu werden. Zur endgiltigen Entscheidung über die vorgeschlagenen Aenderungen der Frankfurter Beschlüsse bedarf es umfangreicher Verhandlungen, die in der Kürze der uns hier zur Verfügung stehenden Zeit nicht erledigt werden können. Ich möchte vorschlagen, dass der Mechanikertag, vorbehaltlich etwaiger

von der Schraubenkommission festzusetzenden kleinen Abänderungen, die Frankfurter Vorschläge annehme.

Herr Hartmann: Das Verhältniss von 1 : 6 für Ganghöhe zu Durchmesser lässt sich nicht durchführen. Es ist klar, einen je grösseren Durchmesser man hat, um so leichter kann man die Ganghöhe im Verhältniss zum Durchmesser kleiner machen.

Herr Wanke: Ich habe auch geglaubt, dass das Verhältniss bei kleinerem Durchmesser ein anderes werden sollte wie 1 : 6. Ich habe mich aber an der Hand der vorhandenen Gewinde davon überzeugt, dass wir darauf bestehen müssen. Ich habe in meiner Werkstatt Gewinde, wo bei kleinem Durchmesser das Verhältniss wie 1 : 4 ist. Das erscheint mir immer als genügend, aber der Gang ist nicht so scharf. Wenn der Gang sich abgenutzt hat, so wird das Verhältniss natürlich ein anderes. Ich bin überzeugt, wir thun am Besten, wenn wir das Verhältniss von 1 : 6 möglichst einhalten.

Es wird zur Abstimmung geschritten. Der Antrag 2 des Herrn Dr. Loewenherz geht nunmehr dahin, die Anträge der Frankfurter Beschlüsse mit dem Hinzufügen zu genehmigen, dass die Schraubenkommission über kleine Abänderungen selbständig entscheiden solle.

Gegen Antrag 1 erhebt sich kein Widerspruch und auch Antrag 2 in der abgeänderten Form wird einstimmig angenommen.

Zu Antrag 3 bemerkt Herr v. Liechtenstein-Charlottenburg, bei grösseren Gewinden lasse sich die Kennzeichnung ohne Weiteres durchführen, auf kleineren aber sei es unmöglich, dieselbe anzubringen; er möchte deshalb bitten, bei kleineren Gewinden die Kennzeichnung wegzulassen.

Herr Wanke: Es komme nicht darauf an, ob es möglich sei, auf kleinen Werkzeugen, z. B. auf Bohrer, die Zahlen anzubringen, sondern nur darauf, dass das System der Kennzeichnung beibehalten werde, so dass man bei der Bestellung sich danach richten könne. Zu einem feinen Gewinde werde ein Schneideisen gehören, und da sei Platz genug, um die Kennzeichnung aufzusetzen.

Herr Direktor Loewenherz stimmt dem Vorredner bei. Wenn auf einem kleinen Werkzeuge die Kennzeichnung nicht angebracht werden könne, dann lasse man sie weg und helfe sich auf andere Weise.

Der Absatz 3 wird angenommen, desgleichen 4 und 5.

Der Vorsitzende: Mit Annahme des Punktes 5 ist die bisherige Schraubenkommission gewissermaassen von Neuem bestätigt.

Dieser Punkt der Tagesordnung ist damit erledigt.

Es folgt Berathung über: Die Stellung der deutschen Mechaniker und Optiker zur Patentgesetznovelle.

Herr Hasslacher berichtet über den seitens der Reichsregierung veröffentlichten Entwurf einer Novelle zum Patentgesetz und vertheilt unter die Anwesenden eine vom Technischen Verein zu Frankfurt a. M. herausgegebene Druckschrift, welche in drei nebeneinanderstehenden Kolonnen erstens das Patentgesetz, wie es jetzt besteht, enthält, zweitens den von der Reichsregierung veröffentlichten Entwurf und drittens die von Vertretern des Frankfurter Industriebezirks formulirten Abänderungsvorschläge. Diesen Vorschlägen sind eingehende Motive beigedruckt. Redner hat es sich zur Aufgabe gestellt, die Frankfurter Vorschläge dem Mechanikertage zur Annahme zu empfehlen und giebt eine kurze Erläuterung der wichtigsten Punkte.



Zu § 2 des Patentgesetzes soll ein Passus eingeschaltet werden, welcher es der Reichsregierung möglich macht, der internationalen Union zum Schutze des gewerblichen Eigenthums beizutreten, ohne spätere nochmalige Aenderung des Patentgesetzes vornehmen zu müssen. — Ein weiterer Zusatz soll bestimmen, dass Druckschriften, welche vor mehr als 50 Jahren erschienen sind, sowie auswärtige, von dem Patentanmelder oder dessen Rechtsvorgänger herrührende Patentschriften, seit deren Ausgabe noch nicht drei Monate verstrichen sind, nicht als öffentliche Druckschriften im Sinne des § 2 gelten sollen. — Ein Zusatz zu § 3 beabsichtigt die Abhängigkeitserklärungen, für welche jetzt dem Patentamt von gewichtigen Stellen die Kompetenz abgesprochen wird, gesetzlich zu regeln. Ein weiterer Zusatz will im Falle der widerrechtlichen Entnahme einer Erfindung dem Beschädigten, sofern er rechtzeitig Einsprüche erhebt und seinerseits vorschriftsmässig anmeldet, die Priorität der ursprünglichen Anmeldung sichern. — Ein Zusatz zu § 7 soll die Grenzen, innerhalb deren ein Zusatzpatent zu einem bestehenden Patente zulässig sein kann, erweitern und präziser bezeichnen. — Zu § 8, welcher von den Patentgebühren handelt, wird eine Herabsetzung der bestehenden, 50 Mark betragenden Progressionsgebühr auf 30 Mark gewünscht; überdies wird vorgeschlagen, dass der Bundesrath ermächtigt werde, auch noch diesen Satz auf dem Verordnungswege zu reduziren, falls die Einnahmen des Patentamts dies gestatten. Ferner soll dem Patentamt zur Pflicht gemacht werden, säumige Zahler an den Verfall ihrer Patenttaxen zu mahnen. — Bei der Organisation des Patentamts (§ 13) wird eine dritte Prüfungsinstanz (zweite Beschwerdeinstanz) vorgeschlagen, welche den Patentanmelder mehr wie bisher vor ungerechtfertigten Abweisungen schützen soll. Auch sollen die im Ertheilungsverfahren gegebenen Bescheide von sämmtlichen Patentamtsmitgliedern, welche bei der Beschlussfassung zugegen waren, unterschrieben werden. — In den vom Patentamt herausgegebenen Auszügen aus den Patentschriften (§ 19) wird Mittheilung der Patentansprüche ihrem Wortlaut nach gewünscht. — Ein Zusatz zu § 25 will es dem Patentamt zur Pflicht machen, im Beschwerde- bezw. Einspruchsverfahren die Betheiligten persönlich zu hören. Auch soll, im Falle eine Beschwerde für gerechtfertigt erachtet wird, die eingezahlte Beschwerdegebühr zurückerstattet werden.

Referent betont, dass die Abänderungsvorschläge von Vertretern vieler Industriezweige unter Zuziehung von Patentanwälten und auch eines im Patentfach bewanderten Juristen nach sorgfältiger Prüfung und Abwägung der Interessen der Erfinder und derjenigen des grossen Publikums gemacht worden seien, und bittet schliesslich die Versammlung, ihre Zustimmung zu diesen Vorschlägen zu geben.

Herr Hartmann stellt den Antrag, dass der Vorstand des Mechanikertages an den Reichstag und den Bundesrath eine Erklärung gelangen lasse, dahin gehend, dass der Mechanikertag sich den von der Kommission des Industriebezirks Frankfurt aufgestellten Vorschlägen anschliesse; es wäre sehr zu wünschen, wenn den Beschlüssen der Frankfurter Kommission dadurch noch mehr Nachdruck verliehen würde, dass sich Korporationen, wie der Mechanikertag, ihnen anschliessen.

Der Antrag des Herrn Hartmann wird nach kurzer Debatte vom Vorsitzenden folgendermaassen formulirt:

Der zweite deutsche Mechanikertag in Bremen tritt den Abänderungsvorschlägen zu der Patentgesetznovelle bei, wie sie von den Vertretern des Industriebezirks Frankfurt

aufgestellt sind, und beauftragt seinen Vorstand, dem Bundesrath und Reichstag hiervon Mittheilung zu machen.

Dieser Antrag wird angenommen.

Der Vorsitzende vertagt darauf die weiteren Verhandlungen Abends 7 Uhr bis auf den folgenden Morgen.

Zweiter Tag.

Sonntag, den 14. September 1890.

Den Vorsitz führt Herr Direktor Dr. Loewenherz. Derselbe eröffnet die Versammlung gegen $9^1/_2$ Uhr mit dem Vorschlage, dass der Mechanikertag vor Eintreten in die Tagesordnung über den Ort des nächstjährigen Mechanikertages eine vorläufige Bestimmung treffen möge: Wir haben in diesem Jahre Bremen gewählt in Rücksicht auf die Naturforscherversammlung; wir sind aber an letztere nicht gebunden, und ich würde, da es noch zweifelhaft ist, wo die Naturforscherversammlung im nächsten Jahre abgehalten wird — es liegen Einladungen von Halle und Frankfurt a. M. vor — vorschlagen, dass Sie dem Ausschuss über die Wahl unseres Versammlungsorts freie Hand geben. Ich würde es für zweckmässig halten, dass der Mechanikertag, auch wenn die Naturforscher in Halle tagten, gleichwohl nicht dort, sondern in Rücksicht auf die elektrotechnische Ausstellung in Frankfurt abgehalten wird.

Der Antrag wird angenommen. Die Versammlung tritt dann in die Berathung über die Schaffung eines Mechanikerkalenders ein.

Berichterstatter Herr Dr. Epstein-Frankfurt a. M.: Im vorigen Jahre wurde in Heidelberg eine Kommission niedergesetzt, welche die Aufgabe hatte, die Vorarbeiten für die Schaffung eines Mechanikerkalenders beziehungsweise die Fortführung des bestehenden Kalenders zu berathen. Von einem schriftlichen Gedankenaustausch wurde in Rücksicht auf die Komplizirtheit der Frage abgesehen. Die Kommission hat gestern eine Sitzung gehabt, in welcher Herr Pensky über das, was in der Zwischenzeit geschehen, berichtete. Als Hauptschwierigkeit hat es sich gezeigt, einen Verleger zu finden, welcher geneigt ist, das nicht unbeträchtliche Risiko eines solchen Kalenders zu übernehmen. Um dies Risiko zu erleichtern, hält die Kommission es für nothwendig, dass dieser Kalender auf eine möglichst breite Basis gestellt werde und u. A. dem Bedürfniss der zahlreichen Mechanikergehilfen entgegenkomme. Die Kommission meint daher, dass an dem Material des jetzigen Kalenders wesentliche Kürzungen vorzunehmen sind, weil im engen Zusammenhange damit der Preis steht.

Herr Pensky: Die Veranlassung, weshalb wir im vorigen Jahre uns mit der Frage der Herausgabe eines Mechanikerkalenders beschäftigten, ist bekannt. Der Plan zu dem Kalender war aufgestellt worden von einer Anzahl Berufsgenossen unter Mitwirkung des Herrn Direktor Loewenherz. Diesem Plane ist thunlichst Rechnung getragen, wenn auch bei der schnellen Herstellung des ersten Jahrganges eine Reihe von Mängeln mit untergelaufen sind. In der Folge muss eine wesentliche Kürzung in der Einrichtung des Kalenders vorgenommen werden, und der jährlich zu erneuernde Theil desselben muss für einen sehr mässigen Preis käuflich sein. Ich glaube, es würde wohl Aussicht sein, einen Verleger hierfür zu finden, um so mehr, wenn es möglich sein sollte, mit dem Kalender an verwandte Gebiete sich anzulehnen. Auf dem Gebiete der Elektrotechnik z. B. giebt es eine Anzahl von Punkten, Tabellen und Hilfsmitteln, welche auch für die allge-



meine Mechanik wie für die Präzisionsmechanik von Interesse sind. Dieser Theil des Kalenders könnte jedes Jahr herausgegeben werden; ein weiterer Theil würde zweckmässig speziell für Mechaniker bestimmt sein und alle Notizen in solcher Anordnung enthalten, dass der Theil abgetrennt und für sich als kleines Handbuch benutzt werden könnte. Ich habe früher schon dem Gedanken Ausdruck gegeben, dass die Schaffung eines Handbuchs für unser Fach sehr wünschenswerth wäre. Und ich glaube, dass ein Mechanikerkalender gewissermaassen als eine Vorstufe hierfür zu betrachten wäre. Die Fachgenossen könnten mit Vorschlägen zur Erweiterung des Materials hervortreten, so dass man allmälig eine grosse Anzahl von Wünschen sammeln könnte, welche dann in einem Handbuch berücksichtigt werden sollten. Es wäre erwünscht, wenn der Mechanikertag sein Interesse für die dauernde Herausgabe eines Kalenders für Präzisionsmechanik dadurch bekunden möchte, dass er die Kalender-Kommission bis zum Zusammentreten des nächsten Mechanikertages in Funktion lässt.

Der Antrag des Herrn Pensky, die bisherige Kalenderkommission weiter bestehen zu lassen, wird angenommen. Die Versammlung geht zum nächsten Punkt der Tagesordnung über:

Die Lehrlings- und Gehilfenfrage.

Berichterstatter Herr Professor Abbe betont, seine Aufgabe werde wesentlich erleichtert dadurch, dass über diese Fragen ein gedruckter Bericht der Kommission vorliege. In Bezug auf das Lehrlingswesen sei man zu dem Ergebniss gekommen, dass es ein dringendes Bedürfniss sei, den bestehenden Mängeln abzuhelfen, Einrichtungen zu treffen, die eine bessere Ausbildung der Lehrlinge und namentlich den Schutz gegen missbräuchliche Ausnutzung derselben gewährten. Die Kommission hat aber keine bestimmten Anträge gestellt, deren Durchführung erst besondere Einrichtungen bedingen und lange Vorarbeiten sowie kräftige Entwicklung der lokalen Initiative erfordern würden; sie empfiehlt daher keinen Beschluss über die Einrichtung von Fachschulen oder Lehrwerkstätten, Lehrlingsausstellungen u. s. w., nicht weil sie glaubte, dieselben würden nutzlos sein, sondern weil der Mechanikertag zunächst nicht in der Lage sein würde, das durchzuführen. Die Kommission bietet zunächst nur das Eine, dass sie vorschlägt, den Versuch zu machen, durch Aufstellung eines einheitlichen Lehrvertrags in Verbindung mit einem einheitlichen Lehrzeugniss und durch geeignete Maassregeln die möglichst allgemeine Annahme dieser Normen in den Kreisen der Fachgenossen und so eine Besserung herbeizuführen. Die Kommission legt hiermit den Entwurf eines Lehrvertrages und eines Lehrzeugnisses vor. (Die im Anhang abgedruckten Entwürfe werden unter die Anwesenden vertheilt.) — Die Kommission berieth ferner noch eine Vereinbarung von gewissen Normen und macht entsprechende Vorschläge, wonach eine friedliche Regelung des Verhältnisses der Prinzipale zu den Gehilfen möglich sein möchte. Sie ist darauf gefasst, dass manche Bestimmung den Berufsgenossen nicht angenehm sein wird, aber ich will dabei daran erinnern, dass es im Sinne jedes Versuchs, eine Verständigung zwischen entgegengesetzten Standpunkten herbeizuführen, liegt, dass jeder Theil Opfer bringt. Ich möchte diese Anträge der Kommission, zu welchen wir mit Einstimmigkeit gelangt sind und die ich in der Versammlung weiter vertreten werde, zur Annahme empfehlen.

Der Vorsitzende eröffnet zunächst die Generaldiskussion über die ganze Frage.



Herr Handke: Der Bericht der Kommission ist seit Mai in den Händen der Mitglieder, und es haben in den verschiedenen Theilen des Reiches daher gewiss die Fachgenossen Gelegenheit genommen, ihre Meinungen darüber auszutauschen; es wäre daher von Interesse, wenn die Herren aus den verschiedenen Städten sich darüber erklären wollten, wie die Sache bei ihnen aufgenommen und ob Aussicht auf Verwirklichung der Vorschläge vorhanden ist.

Herr Hartmann: Soweit ich von meiner Werkstatt berichten kann, darf ich mittheilen, dass die sämmtlichen von der Kommission erörterten Punkte theils schon erledigt waren, theils später erledigt wurden. Zu Ende des vorigen oder zu Anfang dieses Jahres hatten wir schon die Arbeitszeit auf 9 oder vielmehr auf $8^3/_4$ Stunden herabgesetzt und die als Minimallöhne verlangten Sätze sind schon vor längerer Zeit bei uns eingeführt. Im Uebrigen sind in Frankfurt nur einige kleine Werkstätten, welche sich von den Bestimmungen ausgeschlossen haben und wo noch 10 Stunden gearbeitet wird. Im Grossen und Ganzen treffen also für Frankfurt die vereinbarten Bestimmungen zu.

Herr Tesdorpf: Auch über die Württemberger Verhältnisse kann ich, soweit ich dieselben beurtheilen kann, ziemlich Erfreuliches berichten. In Stuttgart haben wir diese Bestimmungen im Allgemeinen schon vorher gehabt, und diejenigen Werkstätten, bei denen das noch nicht der Fall, haben sich nachträglich diesen Vorschlägen vollständig angepasst. In Stuttgart besteht seit Januar eine 9stündige Arbeitszeit. Allerdings ergeben sich Schwierigkeiten bei der Durchführung der Bestimmungen auf dem Lande; die dortigen Arbeiter unseres Gewerbes treiben meistens etwas Landbau. Im Durchschnitt für das ganze Jahr könnte vielleicht wohl eine 10stündige Arbeitszeit angenommen werden. Ebenso liegen in diesen Ortschaften andere Verhältnisse betreffs der Löhne vor; es ist keine Aussicht, einen Minimallohn von 18 Mark per Woche durchzuführen, übrigens sind ja auf dem Lande auch die Lebensmittel billiger. Ich denke, in den Städten werden wir fast überall die 10stündige Arbeitszeit und den vereinbarten Minimallohn einführen können.

Herr Petzold berichtet aus dem Bezirk Leipzig, beziehungsweise Sachsen. Im Allgemeinen, soviel ihm bekannt, sei dort die 10stündige Arbeitszeit schon länger eingeführt, die Lohnverhältnisse seien stellenweise allerdings noch schlecht, aber die Fachgenossen, mit welchen bisher verhandelt worden sei, seien gern erbötig, auf die Maassregeln, welche auf dem Mechanikertag beschlossen würden, einzugehen; vielleicht ständen bisher $^1/_8$ der Werkstätten der Bewegung noch fern.

Herr Dr. Krüss: Er wolle nur kurz berichten, dass in den besseren Werkstätten Hamburgs die vereinbarten Vorschriften schon erfüllt seien oder wenigstens der Durchführung keine Schwierigkeiten entgegengesetzt würden. Er habe mit einigen Kollegen gesprochen, dieselben ständen der Sache wohlwollend gegenüber. Allerdings gebe es kleine Werkstätten, die sich längere Zeit wohl noch sträuben werden, diesen Beschlüssen beizutreten, diese würden aber durch die Macht der Umstände auch dazu gezwungen werden.

Herr Sartorius-Göttingen berichtet, dass dort die Vereinbarungen schon eingeführt seien, der Lohn sei bei besseren Gehilfen über 18 Mark, während jüngere, nicht so fähige Leute das im Allgemeinen wohl nicht verdienen.

Herr Handke: Der Eindruck, den die Jenaer Beschlüsse in Berlin gemacht haben, war Anfangs ein sehr verschiedener und man konnte zunächst zu keiner be-

stimmten Erklärung kommen. Durch das Vorgehen der Berliner Gehilfen waren wir aber in die Lage versetzt, der Sache näher zu treten und man kam in einer von der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik zu Berlin am 15. April einberufenen Versammlung von Mitgliedern dieser Gesellschaft zu bestimmten Beschlüssen. Man war allerdings von vornherein darüber einig, dass einige Punkte aus diesen Vereinbarungen ausgeschieden werden sollten: z. B. die Begründung eines besonderen Verbands selbständiger Mechaniker, und man konnte sich auch mit der Forderung auf Garantirung des vereinbarten Lohnes bei Akkordarbeiten nicht befreunden. In Jena war bekanntlich der Beschluss gefasst worden, dass, wenn bei Akkordarbeiten der vereinbarte Lohn nicht erreicht würde, immerhin der Minimallohn von dem Prinzipale zu bezahlen sei. Diese Forderung wurde von der grossen Mehrzahl der Berliner Fachgenossen rundweg abgelehnt. Es wurden deshalb folgende Anträge vorgeschlagen: 1) Die Beschlüsse der zu Heidelberg gewählten, aus Mechanikerprinzipalen und Gehilfenvertretern bestehenden Kommission, welche auf der Konferenz zu Jena am 28. und 29. Dezember 1889 erzielt wurden, sollen im Allgemeinen als Grundlage für weitere Behandlung der Gehilfen- und Lehrlingsangelegenheiten dienen. 2) Es bleibt jedoch ausdrücklich vorbehalten a) die Erledigung der Frage, ob noch ein besonderer Verband von Mechanikern zu schaffen sei, oder ob die deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik die von ihr angeregte Sache weiter verfolgen soll, b) die Erledigung der Frage betreffend die Forderung auf Garantirung des vereinbarten Lohns bei Akkordarbeiten bezw. Fortzahlung des Lohns auch bei nicht erreichtem Lohnsatz. — Diese beiden Anträge wurden mit grosser Majorität angenommen. Ferner wurde die Wahl einer Lokalkommission, bestehend aus je 5 Werkstattinhabern oder deren Vertretern, 5 Gehilfenvertretern und einem unparteiischen Obmann, beschlossen und endlich ein Zusatzantrag angenommen, den Beschluss über die Frage, ob man nicht jüngere Gehilfen, welche zum Zwecke ihrer weiteren Ausbildung auch zu einem geringeren als dem bestimmten Minimallohn arbeiten wollen, beschäftigen solle, noch auszusetzen.

In Folge dieser Beschlüsse wurde eine Einigung mit den Gehilfen erzielt, welche von Segen für das Ganze sein wird. Ich kann später bei der Spezialdebatte noch darauf zurückkommen. Wenn sich auch noch ein grosser Theil von Firmen ablehnend verhält, so glaube ich doch, dass, wenn die Gehilfen etwas mehr organisirt und sie im Stande sind, die gefassten Beschlüsse besser zu verfolgen, eine allgemeine Vereinbarung schon zu treffen sein wird. Durch die Berliner Ortskommission hat sich aber jedenfalls gezeigt, dass die Einrichtung von Einigungsämtern sehr wünschenswerth sein würde.

Herr Bremer: Wenn Sie die Ansichten der Gehilfen über die Jenaer Kommissionsverhandlungen zu hören wünschen, so kann ich mittheilen, dass die Verhandlungen und die Beschlüsse derselben von allen Seiten mit grosser Genugthuung aufgenommen worden sind. Ein Hauptpunkt war bekanntlich die Verkürzung der Arbeitszeit. Sie Alle und namentlich die Mitglieder der Kommission wissen, dass von Seiten der Gehilfen gewünscht wurde, die Arbeitszeit möge auf $9\frac{1}{2}$ Stunden herabgesetzt werden. Wir traten dann in Jena zusammen, die Frage wurde eingehend erörtert, und auch die Gehilfen in der Kommission mussten sich davon überzeugen, dass bei den heutigen Zeitverhältnissen und in Anbetracht, dass in einer grossen Anzahl von Werkstätten noch viel länger gearbeitet wird als 10 Stunden, es schwerlich durchführbar sein werde, die Arbeitszeit in diesen Betrieben sofort auf eine derartige niedrigere Zeit zu beschränken. Wir waren

uns vollständig bewusst, dass die Kommission einen Fehler machen würde, wenn sie die Arbeitszeit auf 9 Stunden herabsetzte, weil dann die Durchführung ihrer ganzen Beschlüsse vielleicht viel schwieriger gewesen wäre, als wenn man bei 10 Stunden blieb. Ich glaube, die Berliner sind auch in dieser Beziehung mit gutem Beispiele vorangegangen, und meinen, wenn als Norm und Maximalgrenze der Arbeitszeit 10 Stunden festgesetzt werden, dass es dann jedem Einigungsamt vollständig überlassen bleiben kann, an den einzelnen Orten nach den lokalen Verhältnissen die Arbeitszeit unter diese Grenze herabzudrücken. Es wird Sache der Gehilfen sein, dort, wo eine Verkürzung zu ermöglichen, diese zu fordern. Ein weiterer Punkt, welcher noch von uns gefordert wurde, war die Abschaffung der Akkordarbeit. Ich muss gestehen, ich bin mir darüber klar, dass die Akkordarbeit verschwinden wird und muss, dass sie nicht mehr von langer Dauer sein wird, ebenso aber auch, dass es unter den heutigen Umständen nicht möglich ist, sie ganz abzuschaffen. Deshalb haben wir uns darauf beschränkt, die damit verbundenen Uebelstände so viel wie möglich durch Annahme der Kommissionsbeschlüsse zu beseitigen. Die Herren sind uns darin entgegengekommen, dass sie anerkannten, dass das Akkordsystem bestimmte Uebelstände gezeitigt hat. Ich komme nun noch auf einen Punkt, welcher speziell die Prinzipale betrifft. Es tauchen bei den Gehilfen Zweifel auf, ob es den Prinzipalen möglich sein werde, diese Beschlüsse unter allen Umständen durchzuführen. Ich speziell möchte nun den Wunsch aussprechen, dass Sie jedenfalls dahin wirken mögen, dass die Beschlüsse unter allen Umständen zur Durchführung gelangen, und dass Sie gegenüber denjenigen Ihrer Kollegen, welche sich den Beschlüssen nicht fügen wollen, jedenfalls mit den Gehilfen Hand in Hand gehen. Ich gebe die Versicherung und glaube im Namen meiner Kollegen sprechen zu können: wenn diese Beschlüsse angenommen werden, so werde ich auf dem Kongress der Gehilfen zu Wiesbaden am 29. September mein Möglichstes thun, dass die Beschlüsse dort ebenfalls zur Annahme gelangen. Wir sind auf dem besten Wege, unsere Organisation zu verbessern, und ich spreche den Wunsch aus, dass Sie ebenfalls eine Organisation schaffen möchten, welche die Garantie gewährt, dass die Beschlüsse innegehalten werden.

Herr Pinn: Zunächst gestatten Sie mir, meiner Freude darüber Ausdruck zu geben, dass in Deutschland im Allgemeinen der Durchführung der Jenaer Beschlüsse nichts im Wege zu stehen scheint. Was den Eindruck betrifft, welchen die Vorschläge unter den Berliner Gehilfen gemacht haben, so sind dort zwei Strömungen vorhanden. Die eine geht dahin, dass man sich von einem Zusammengehen der Arbeitgeber und Arbeitnehmer überhaupt nichts verspricht, weil beide entgegengesetzte Interessen haben. Ein anderer Theil der Gehilfen erhofft sich etwas von den Einigungsämtern und steht auf dem Standpunkt, dass ein Versuch nutzen könne.

Herr Dr. Krüss: Ich kenne eine ganze Reihe von Arbeitgebern, welche durchaus nicht auf dem Standpunkte stehen, dass ihr Interesse dem der Gehilfen entgegengesetzt sei, die im Gegentheil wissen, dass wir alle zu einander gehören, dass der Gehilfe die geistige Arbeit des Prinzipals braucht und der letztere die gute Arbeit des Gehilfen.

Herr Schlicke-Frankfurt a. M.: Was die Aufnahme der Kommissionsbeschlüsse bei den Frankfurter Gehilfen betrifft, so kann ich berichten, dass im Allgemeinen für Frankfurt das zutrifft, was Herr Bremer mitgetheilt. Die Frank-

furter Gehilfen waren allerdings etwas enttäuscht darüber, dass wir die Verkürzung der Arbeitszeit abgelehnt hatten, und weiter werden sie sich entschieden gegen die Einrichtung der Junggehilfen erklären, weil die Verhältnisse in Frankfurt einen geringeren Lohn als 18 M. nicht gestatten.

Herr Hartmann: Ich bin auch nicht gerade dafür, dass wir eine besondere Klasse von Junggehilfen schaffen oder bestehen lassen; in Frankfurt z. B. kann ein Gehilfe mit 18 M. schwer auskommen. Andererseits kann es uns nicht versagt werden, jüngere Gehilfen zu einem geringeren Lohne anzunehmen. Es giebt immer Leute, welche nicht sehr viel gelernt haben, die noch weiter lernen möchten, und dazu sollte man ihnen die Gelegenheit bieten. Die sogenannten Junggehilfen schliessen sich auch nicht den eigentlichen Gehilfen an.

Herr Haensch: Ich glaube, ich kann im Namen der Berliner Prinzipale wohl sagen, dass bei uns die Jenaer Vereinbarungen entschieden Unterstützung finden; wir sind ja noch weiter gegangen. Andererseits aber müssen wir von der Organisation der Gehilfen erwarten, dass sie auf Annahme unserer Beschlüsse in allen deutschen Werkstätten dringen; denn diejenigen Prinzipale, welche jetzt die Beschlüsse freiwillig annehmen, würden auf die Dauer unter der Konkurrenz derjenigen zu leiden haben, welche unter den alten Bedingungen arbeiten lassen.

Herr Schaal-Leipzig: Die Aufnahme, welche die Jenaer Beschlüsse bei den Leipziger Gehilfen gefunden, deckt sich im Grossen und Ganzen mit derjenigen bei den Berliner Gehilfen. Die organisirten Gehilfen stehen auf den Boden der Abmachungen in Jena mit der Modifikation, dass die Garantirung eines Minimallohns und die verkürzte Arbeitszeit zur Durchführung gelangen. Eine Abstufung des Minimallohns, wie sie in Jena angeregt ist, können die Leipziger nicht annehmen und wir hätten uns gefreut, wenn die Prinzipale uns in dieser Beziehung entgegen gekommen wären, weil die Lebensbedürfnisse in Leipzig wohl noch theurer sind als in Berlin. Im Grossen und Ganzen haben die organisirten Gehilfen die Beschlüsse von Jena angenommen, und ich würde es mit Freuden begrüssen, wenn in kürzester Zeit von Seiten der Prinzipale so vorgegangen würde, dass diese Beschlüsse zur Durchführung gelangen.

Herr Handke: Die Einrichtung der Junggehilfen ist ein wesentliches Moment für die Annahme der Jenaer Beschlüsse bei den Berliner Prinzipalen gewesen. Ich glaube nicht, dass ohne dieselbe die Beschlüsse angenommen wären. Thatsächlich haben die Gehilfen in der Berliner provisorischen Ortskommission auch eingesehen, wie kläglich es manchmal mit der Leistungsfähigkeit der Gehilfen bestellt ist. Es wurde in der genannten Ortskommission Berliner Mechaniker Folgendes vereinbart:

Neu eintretenden Mechanikergehilfen ist ein Anfangslohn von mindestens 21 Mark für die Woche zu gewähren.

Die vorliegenden Erhebungen haben ergeben, dass dieser Mindestlohn schon jetzt in Berlin und Umgegend, abgesehen von vereinzelten Werkstätten, üblich ist, so dass die allgemeine Annahme dieser Forderung unbedenklich erscheint; nur wird im Interesse der Präzisionsarbeit, sowie mit Rücksicht darauf, dass in vielen deutschen Werkstätten die Ausbildung der Lehrlinge noch eine ungenügende ist, für **Junggehilfen**, *d. h. für Gehilfen in den ersten beiden Jahren nach Beendigung ihrer 4jährigen Lehrzeit, sofern dieselben auf ihren eigenen Wunsch sich noch weiter ausbilden wollen, ein geringerer Lohn als der obige Mindestsatz für zulässig erachtet. Die Ortsaufsichtskommission soll jedoch eine Kontrole ausüben gegen missbräuchliche Ausnützung dieses Zugeständnisses in ein-*

zelnen Werkstätten. Ueber die Ausdehnung der Junggehilfenzeit für junge Leute, welche weniger als 4 Jahre gelernt haben, werden von der Ortskommission besondere Bestimmungen zu treffen sein. Auf Gehilfen in vorgeschrittenerem Lebensalter, sowie auf Invaliden finden die Festsetzungen betreffs des Mindestlohnes keine Anwendung.

Man sieht, dass nach der ganzen Fassung die Sache so gehandhabt werden soll, dass uns nicht zum Vorwurf gemacht werden kann, es solle eine besondere Klasse von Junggehilfen geschaffen werden.

Herr Bremer: Ich möchte nur Herrn Haensch erwidern, dass die Durchführung unserer Beschlüsse, soweit es an den Gehilfen liegt, viel Zeit und viel Geld erfordert. Wenn Sie aber bei Ihren Kollegen dahin wirken, dass möglichst viele sich diesen humanen Forderungen fügen, dann erleichtern Sie uns die Arbeit, und ich gebe die Versicherung, dass wir unser Möglichstes thun werden, um unsere Wünsche zur Durchführung zu bringen.

Die Generaldiskussion wird geschlossen und zur Einzelerörterung über die in Jena vereinbarten Anträge der gemischten Kommission übergegangen. Die Kommission hatte für ihre Berathungen folgende Tagesordnung aufgestellt:

I. Lehrlingswesen. *1. Einheitlicher Lehrvertrag. 2. Einheitliches Lehrzeugniss. 3. Anforderungen an die Vorbildung der Lehrlinge. 4. Beschränkungen in Bezug auf die Anzahl der Lehrlinge in jeder Werkstatt. 5. Maassregeln zur Durchführung der hinsichtlich dieser Punkte zu fassenden Beschlüsse. 6. Fachschulen, Lehrsäle und Lehrlingsausstellungen. 7. Schiedsgerichte in Lehrlingsangelegenheiten und lokale Aufsichts-Kommissionen.*

II. Gehilfenwesen. *1. Maximal-Arbeitstag. 2. Ueberstunden und Sonntagsarbeit. 3. Minimallohn für neu eintretende Gehilfen. 4. Abstufung desselben für verschiedene Orte. 5. Art der Lohnzahlung. 6. Beseitigung bezw. Einschränkung der Akkordarbeit. 7. Maassregeln zur Verhütung von Missbräuchen bei Akkordarbeit. 8. Arbeitsnachweis. 9. Werkstattsordnungen. 10. Einigungsämter.*

Zu I Punkt 1 und 2 dieser Tagesordnung fasste die Kommission folgenden Beschluss:

Es ist ein einheitlicher Lehrvertrag und im Anschluss hieran ein einheitliches Lehrzeugiss einzuführen.

Herr Professor Abbe: Was diesen Antrag anbetrifft, so hat die Kommission sich von dieser Maassregel insofern eine Wirkung versprochen, weil darin die Handhabe gegeben ist, den Prinzipalen die Verpflichtungen deutlich zum Bewusstsein zu bringen, welchen der Lehrherr sich unterziehen muss, wenn er einen Lehrling annimmt. Im Allgemeinen herrscht gegenwärtig eine wenig gewissenhafte Auffassung in Bezug auf diese Verpflichtungen. Um darauf hinzuwirken, dass die Prinzipale ihre Pflicht erfüllen, ist dieser Beschluss von der Kommission gefasst worden, damit der Lehrherr sich gegenwärtig hält, dass er am Schluss der Lehrzeit in dem Lehrzeugniss Rechenschaft darüber geben muss, was der Lehrling gelernt hat; zweitens meinen wir aber, dass eine solche Maassregel auch einen äusserlichen Druck auszuüben im Stande sein wird, besonders wenn von Zeit zu Zeit öffentlich auf die Nachtheile hingewiesen wird, welchen sich die Betheiligten, seien es nun Väter oder Vormünder, aussetzen, wenn sie nicht darauf Bedacht nehmen, dass ihre Pflegebefohlenen zu Lehrherren kommen, die wirklich ernsthafte Verpflichtungen übernehmen. Die Kommission meint, es müsse etwas Aehnliches geschehen, was seitens der Buchdrucker, die für alle unsere Bestrebungen ein gutes Vorbild sein können, schon lange einge-

führt ist. In jedem Frühjahr wird von diesen eine Kundmachung erlassen, dahingehend, dass es für den jungen Mann, welcher die Buchdruckerei erlernen will, von Vortheil sei, wenn er bei solchen Offizinen in die Lehre gegeben werde, welche die vereinbarten Verpflichtungen und Bedingungen angenommen haben. Ich glaube, wir müssen es uns angelegen sein lassen, in ähnlicher Weise einen Druck auszuüben auf die Eltern und Vormünder, andererseits aber auch auf die Prinzipale. Wir haben uns nun nicht der Illusion hinzugeben, dass durch solche Maassregeln sehr rasch eine Verbesserung der Verhältnisse eintreten würde. Dieselben werden zunächst wohl auf einen passiven Widerstand stossen; wenn sich aber eine grosse Anzahl von Werkstätten entschliesst, diese Vorschriften zu erfüllen, dann wird nach und nach eine Besserung eintreten. Als Vorbild hat uns der Lehrvertrag gedient, welchen die deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik in Berlin aufgestellt hat; es sind nur einzelne Aenderungen vorgenommen worden. Redner verliest die bezüglichen Paragraphen des gedruckt vorliegenden Formulars eines Lehrvertrags. (Vgl. Anhang I.)

Der Vorsitzende: Zunächst würde es sich fragen, ob ein derartiger Lehrvertrag angenommen werden soll. Es meldet sich Niemand zum Wort, und ich nehme an, dass die Anwesenden einmüthig der Ansicht sind, dass ein solcher Lehrvertrag zu empfehlen und die Anwendung desselben den Mitgliedern ans Herz zu legen sei.

Die Versammlung beschloss darauf paragraphenweise Durchberathung des Lehrvertrags.

§ 1, 2 und 3 werden genehmigt.

Zu § 4 bemerkt Herr Professor Abbe, ein Theil dieses Inhalts entspreche dem Wortlaut des Berliner Lehrvertrags. In der Kommission sind jedoch gegen die Ausführung dieses Paragraphen sowie gegen § 6 wegen der Ausstellung des Lehrlingszeugnisses Bedenken erhoben worden.

Herr Handke: Dieser Paragraph ist derjenige, welcher mir nicht gefällt, ich vermisse darin einen präzisen Hinweis darauf, was man erstreben will. Es ist nicht meine Meinung, dass die Ausführung eines Probestücks vorgeschrieben werden soll, wie es früher bei der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik der Fall war. Aber wenn in § 6 Bezug genommen wird auf das Lehrlingszeugniss, so ist das ein Fortschritt in unserem Sinne, den wir schon früher erstrebten, wir wollten eingehend bezeichnet haben, was der Lehrling lernen soll. Wenn es dagegen in § 4 nur heisst: *„Der Lehrherr verpflichtet sich, den Lehrling in allen wesentlichen Fertigkeiten des Mechanikers gehörig zu unterweisen u. s. w.*, so möchte ich das näher präzisirt haben. Ich möchte ferner, dass im Vertrage darauf hingewiesen wird durch folgende Anmerkung, welche man vielleicht am Schlusse machen könnte: *Ueber die für das Lehrverhältniss festgesetzten Grundsätze ertheilen der Geschäftsführer der Gesellschaft oder das örtliche Einigungsamt Auskunft.* Die Bestimmung in § 10 möchte ich gestrichen haben, weil hier die direkte Kontrole der Ortskommission ausgesprochen wird. Diese wünsche ich nicht, sondern ich möchte, dass eine solche Kontrole oder schiedsrichterliche Entscheidung, etwa darüber, ob die Lehre gut ist oder nicht, nur auf Antrag, wenn der Vater oder Vormund sich benachtheiligt glaubt, eintreten soll. Wenn die Bestimmung aber so gefasst wird, wie das hier ausgesprochen ist, so werden viele Kollegen damit nicht einverstanden sein. Deshalb meine ich, es sollte in dem Entwurf ausgesprochen werden, dass die Ausbildung nach den Grundsätzen der deutschen Gesellschaft für Mechanik und

Optik folge und wenn Streitigkeiten darüber entstehen, dann kann auf Antrag der Betheiligten die Kontrole und Entscheidung des Schiedsgerichts herbeigeführt werden.

Der Vorsitzende: Da das vom Vorredner Angeführte sich auf die §§ 5 und 10 bezieht, wo von einer derartigen Aufsicht die Rede ist, so empfiehlt es sich, über §§ 5 und 10 zu gleicher Zeit zu verhandeln.

Herr Prof. Abbe: Ich wollte nur bemerken, dass allerdings der § 5 mehr sagen will als die blosse Befugniss der Lokalkommission, eine schiedsrichterliche Kontrole auszuüben, und ich glaube, ich kann mich auf die Verhandlungen in Jena berufen, welche dahin gingen, dass, wenn man kräftig auf die Verbesserung des Lehrlingswesens hinwirken wolle, die Lokalkommission die Befugniss haben müsse, eine eingehende Kontrole regelmässig auszuüben, vorzugsweise in Werkstätten, wo sich Missstände herausgestellt haben. In Konsequenz dieser in Jena geäusserten Ansicht, welche in Form von Beschlüssen Ausdruck gefunden hat, ist es uns als zweckmässig erschienen, bei der letzten Kommissionsberathung einen solchen Paragraphen aufzunehmen. Wenn man fürchtet, dass dagegen Einwendungen erhoben werden, so bin ich der Meinung, dass diejenigen, welche sich dagegen sträuben werden, sich auch weigern, überhaupt einen Lehrvertrag einzugehen.

Herr Haensch: Ich stelle mich auf den Standpunkt des Herrn Handke. Nach meinem persönlichen Eindruck würde die Sache nicht durchführbar sein wenn eine derartige Kontrole immer über den Werkstätten schwebte.

Herr Taege bittet, den Antrag so anzunehmen wie er gefasst ist. Wir haben die Sache nach allen Seiten erörtert. Ich weiss nicht, was für einen Werth das Probestück noch haben könnte. Im Uebrigen aber ist in der Kommission anheim gegeben, dort, wo man es für gut erachtet, das Probestück beizubehalten.

Herr Handke beantragt den § 5 in der Weise abzuändern, dass eine Kontrole durch die Ortskommission nicht stattfinden muss, sondern dass nur auf Antrag eines der Betheiligten die Kommission als Schiedsrichter betreffs der Ausbildung der Lehrlinge wirken solle.

Herr Professor Abbe: Die Fassung des Paragraphen, wie er von der Kommission vorgeschlagen ist, bietet allein die Handhabe für die Herbeiführung einer guten Ausbildung.

Herr Dr. Krüss: Wenn der § 5 in der vorgeschlagenen Fassung abgelehnt wird und eine Kontrole und Aburtheilung nur auf Antrag stattfinden soll, so meine er doch, dass der § 5 nicht ohne Weiteres in § 10 verschwinden sollte. Dieser spreche von Streitigkeiten, im § 5 sei aber von Streitigkeiten keine Rede.

Das Amendement des Herrn Handke zum § 5 wird angenommen; alsdann die § 4 und 10 sowie § 5 mit der beschlossenen Abänderung genehmigt.

Zu § 6 bemerkte Herr Handke: In dem Lehrzeugniss, von welchem hier die Rede ist (vergl. Anhang II.), sind einige Fertigkeiten aufgeführt, welche in vielen Werkstätten nicht erlangt werden. Es würde sich daher empfehlen, am Schluss des § 6 hinzuzufügen: „*Soweit dies nach Art der Arbeit möglich ist.*"

Herr Hartmann: Wenn man ein solches Lehrzeugniss in die Hand nimmt und sieht, dass eine Rubrik, z. B. das Schmieden, nicht ausgefüllt ist, während das Zeugniss in den anderen Fächern vielleicht ein sehr gutes ist, so wird man leicht sagen, der Lehrling leistet nicht das, was man von einem ausgebildeten Lehrling verlangen kann. Es sei deshalb doch gut, in dem Lehrzeugniss die einzelnen Fertigkeiten aufzuführen, die vielleicht nicht sämmtlich in jeder Lehre erlernt werden, die man aber von jedem guten Gehilfen verlangen kann.

Herr Halle-Potsdam macht darauf aufmerksam, dass das vorgeschlagene Lehrzeugniss lediglich auf die Fertigkeiten des Mechanikers sich beziehe, dass aber von denen des Optikers keine Rede sei.

Der Vorsitzende: Es handelt sich um den Entwurf eines allgemein gefassten Lehrzeugnisses.

Herr Handke beantragt die Worte *„vollständig und“* in der 3. Zeile des § 6 zu streichen und dem Paragraph hinzuzufügen, dass die im Lehrzeugniss angeführten Zensuren ertheilt werden, soweit es nach der Einrichtung der Werkstatt möglich ist.

Herr Prof. Abbe: Das würde eine bedeutende Abschwächung des Ganzen in sich schliessen. Wir legen gerade Werth darauf, dass jeder Prinzipal nach 4 Jahren gewissermaassen ein Zeugniss abgeben soll, was der Lehrling gelernt hat.

Herr Hartmann erklärt sich für unveränderte Annahme des vorliegenden Lehrzeugnisses.

Herr Tesdorpf: Wo eine von den aufgeführten Fertigkeiten nicht erlangt ist, da lasse der Lehrherr den Passus einfach offen. Man weiss dann sofort, was der Lehrling gelernt hat und der neue Prinzipal gewinnt gleich einen Ueberblick was der junge Gehilfe leisten kann.

Es wird zur Abstimmung geschritten. Das Amendement des Herrn Handke, in § 6 die Worte *„vollständig und“* zu streichen, wird abgelehnt. Der § 6 wird sodann in der ursprünglichen Fassung angenommen, desgleichen § 7.

In § 8 wird hinter *ohne gesetzlichen Grund* hinzugefügt: *oder ohne schiedsrichterliches Urtheil der in § 5 vorgesehenen Kommission.*

§ 9, 10 und 11 werden ebenfalls genehmigt und dann desgleichen der ganze Entwurf des Lehrzeugnisses.

Der Vorsitzende ordnet hierauf eine halbstündige Pause an.

Nach der Pause entspinnt sich eine Geschäftsordnungsdebatte über die Reihenfolge der zur Verhandlung zu stellenden Gegenstände.

Der Vorsitzende: Es scheint der ziemlich allgemeine Wunsch der Versammlung zu sein, dass wir die Verhandlungen über die Lehrlingsfrage vertagen und zunächst die Verhandlung über das Gehilfenwesen (Theil II. der Tagesordnung der Kommission) aufnehmen. Wir gehen also hierzu über.

Herr Dr. Krüss übernimmt den Vorsitz.

Der Vorsitzende: Zu II. Punkt 3 würde der Beschluss der Berliner Ortskommission mit zu berücksichtigen sein, wonach Junggehilfen, die sich nach der eigentlichen Lehrzeit in den ersten beiden Jahren nach Beendigung derselben in der Werkstatt noch weiter ausbilden wollen, ein geringerer Lohn als 18 M. pro Woche bezahlt werden kann.

Herr Professor Abbe: Ich möchte zunächst mittheilen, dass bei unsern Berathungen in Jena gerade die Verhandlungen über Punkt 3, den Minimallohn betreffend, sehr lange gedauert haben. Es wurden die verschiedenen Gründe für und wider sehr eingehend erörtert; es ist besonders auch der Versuch gemacht worden, und ich selbst habe ihn gemacht, einen Vermittlungsvorschlag durchzubringen, ganz in dem Sinne, wie die Herren in Berlin vereinbart haben, nämlich eine Zwischenstufe zwei Jahre nach der Lehrzeit noch fortbestehen zu lassen. Das Endresultat der Verhandlung aber war, dass die sämmtlichen Prinzipale der Kommission zu der Ansicht kamen, es sei nicht zu empfehlen, den

berechtigten und in ihrer Art begründeten Wünschen der Gehilfenvertreter entgegen zu treten. Wir haben deshalb beschlossen, diese Konzession zu machen, obwohl auch von Seiten der Gehilfen anerkannt wurde, dass es zunächst grosse Schwierigkeiten bringen würde. Es musste aber auch anerkannt werden, dass die radikale Maassregel, welche von den Gehilfen gefordert wurde, ihre Vortheile biete, und es musste andererseits zugegeben werden, dass ihre Schwierigkeiten nicht unüberwindbar sein würden und dass, wenn eine gewisse Opferwilligkeit seitens der Prinzipale, und guter Wille vorhanden sei, die Härten und Schwierigkeiten der Maassregel wohl überwunden werden könnten. So energisch ich zuerst eingetreten bin zu Gunsten eines solchen Vermittlungsvorschlags, so habe ich mich im Laufe der Verhandlungen doch überzeugt, dass es zweckmässig ist, diese Konzession an die Gehilfen zu machen, und ich halte mich verpflichtet, jetzt für den Kommissionsbeschluss einzutreten.

Auf Vorschlag des Vorsitzenden wird die Debatte zunächst auf den Antrag wegen Festsetzung des Minimallohns beschränkt.

Herr Handke: Bei den Jenaer Verhandlungen bin ich sehr für die dortige Vereinbarung eingetreten. Es sind aber seitdem so viele Widersprüche dagegen erhoben, es ist von so vielen Seiten erklärt worden, dass durch diesen Punkt die ganze Vereinbarung gegenstandslos werden könnte, dass wir es in Berlin in die Hand genommen haben, um doch etwas zu erreichen; und damit nicht an diesem einen Punkte die ganze Sache, über welche sich im Uebrigen die Berliner Ortskommission mit uns vereinigt hat, scheitern möchte, eine Vermittlung zu versuchen. Wenn die Herren sich damit einverstanden erklären, dass die Einrichtung der sogenannten Junggehilfen angenommen wird, dann haben wir doch einen Ausweg, und ich denke, wir werden gut thun, wenn wir im Allgemeinen diesen Vermittlungsweg einschlagen und für kleinere Städte vielleicht den Vorschlag der Kommission annehmen. Ich stelle daher den Antrag, dort, wo die Durchführung der Jenaer Beschlüsse nicht möglich, für die Junggehilfen nach dem Vorschlage der Berliner Ortskommission einen geringeren Lohn zuzugeben.

Herr Hartmann: Ich bitte den Antrag des Herrn Handke abzulehnen. Wir haben uns über den Antrag der Kommission in Jena vereinigt. Dass die Sache Schwierigkeiten machen wird, gebe ich zu, denn allerdings ist es für uns Prinzipale eine Härte, wenn wir den unerfahrenen Junggehilfen einen hohen Lohn geben müssen. Ich denke aber, wenn wir den beschlossenen Lehrvertrag und das Lehrzeugniss durchführen, dann werden wir nach und nach besser ausgebildete Gehilfen bekommen, und wir brauchen nicht unfähige Leute mehr aufzunehmen. Wenn wir nun aber eine eigene Klasse von Junggehilfen schaffen, dann eröffnet sich wieder ein sehr weiter Spielraum, und ich glaube nicht, dass wir dann zu einer dauernden Einigung kommen werden. Ich beantrage, bei dem Kommissionsvorschlage zu bleiben.

Herr Direktor Loewenherz: Ich möchte dringend bitten, das nicht zu thun. Der Vorschlag betreffs der Junggehilfen liegt im eigenen Interesse der Gehilfen, im Interesse einer besseren Ausbildung derselben. Es ist in der Berliner Kommission besonders betont worden, dass eine vierjährige Lehrzeit nicht ausreiche, wenn es sich um die Ausbildung in der Präzisionsmechanik handele. Um nun solchen nicht ausreichend ausgebildeten Junggehilfen Gelegenheit zu geben, sich zu vervollkommnen, ist dieser Passus in Berlin angenommen worden. Ich glaube, dass Sie in Berlin bei den Prinzipalen nicht das geringste Entgegenkommen finden

werden, wenn Sie die Bestimmung über die Junggehilfen streichen. Erstere werden sagen: gut, dann entlassen wir die Junggehilfen. Man wird dann aber bald erfahren, wie es in Kurzem mit der deutschen Mechanik aussehen wird. Es ist in diesen Tagen schon ausgesprochen worden, dass die Zukunft der deutschen Mechanik sehr gefährdet sei. Dieselbe liegt nicht allein in der Elektrotechnik und dem Telegraphenwesen, sie liegt namentlich in der Blüthe der Präzisionsmechanik. Die Gehilfen haben allerdings nicht Unrecht, wenn sie sagen, wir können einen solchen Unterschied nicht anerkennen, wir müssen heute in der Elektrotechnik, morgen in der Präzisionsmechanik arbeiten. Wir unsererseits aber haben die Pflicht, bei einer solchen für die Gehilfen im Allgemeinen nicht wichtigen Bestimmung auf die Zukunft der Präzisionsmechanik Rücksicht zu nehmen. Ich gehe soweit, zu behaupten, dass die sämmtlichen in Jena angenommenen Bestimmungen keine dauernde Bedeutung mehr haben, falls die Bedingung wegen der Junggehilfen fallen gelassen wird; denn, wie es dann in zehn Jahren mit der Präzisionsmechanik aussieht, werden wir zu unserem Schaden erfahren.

Herr Wanke: Ein Minimallohn von 18 Mark wöchentlich lässt sich vorläufig allgemein nicht durchführen. Ich habe z. B. die einzige Werkstatt in Osnabrück, in welcher Gehilfen gehalten werden, und ich kann sagen, ich habe in den 20 Jahren, in welchen ich etablirt bin, nicht 2 bis 3 Gehilfen gehabt, welche wirklich 18 Mark wöchentlich verdienten. Das kommt daher, weil die älteren und erfahreneren Leute nach grösseren Städten und Werkstätten gehen. Wenn Sie mich nun zwingen, wöchentlich 18 Mark zu zahlen, so kann ich keinen Gehilfen mehr halten. Wenn freilich die Gehilfen es durch ihren Stellennachweis fertig bringen, dass ich Leute bekomme, denen ich 18 Mark zahlen kann, so stehe ich mich besser als bisher und bin sehr dankbar.

Der Vorsitzende: Ich möchte nur hervorheben, dass wir in Jena einen ganzen Nachmittag über diesen einen Punkt gesprochen haben. Wir Arbeitgeber haben es fort und fort betont, dass wir eine andere Behandlung der Junggehilfen wünschten und zwar im Interesse der Gehilfen selbst, und wir haben unseren Widerspruch nur aufgegeben, als uns von den Herren Gehilfenvertretern erklärt wurde, sie würden, wenn wir solche unfähigen Gehilfen nicht gebrauchen könnten, jeder Zeit im Stande sein, dieselben doch zu dem Minimallohn anderweitig durch den Arbeitsnachweis unterzubringen.

Herr Haensch: Ich kann nur bestätigen, dass eine Einigung in Berlin nicht stattfinden wird, wenn den Prinzipalen die Einrichtung der Junggehilfen nicht zugegeben wird. Wenn ich aus meiner Praxis reden soll, so müssen die jungen Gehilfen selbst uns sehr dankbar sein, wenn wir sie noch weiter unterrichten, und meine Gehilfen sind das auch. Aus meiner Erfahrung kann ich dann nur sagen, dass es der Gehilfenschaft vielfach an Handfertigkeit und Fähigkeit sehr mangelt; es muss eine Zwischenstufe bleiben. Wir bleiben bei diesem Minimallohn mit der Zeit nicht stehen, wir bleiben aber auch bei Zwangsmassregeln nicht stehen. Das Zugeständniss betreffend der Junggehilfen ist in Berlin von den fünf Gehilfenvertretern gemacht worden und ich wundere mich darum um so mehr, dass die Gehilfenvertreter in Jena dieses Zugeständniss nicht ebenfalls machen wollten.

Herr Hartmann: Allerdings müssen wir einer Vereinigung von etwa 1000 Gehilfen und etwa 50 bis 60 Arbeitgebern, wie sie in Berlin stattgefunden, wohl Beachtung schenken, namentlich wenn wir erwägen, dass hier eine geringere

Anzahl von Arbeitgebern versammelt ist. Wenn wir indess zu hohe Löhne zahlen müssen, so können wir ja erforderlichen Falls die Verkaufspreise unserer Instrumente erhöhen. Bei aller Anerkennung der Berliner Bewegung möchte ich daher doch an dem Kommissionsvorschlage festhalten.

Herr Bremer: Ich möchte nur noch einen Punkt erwähnen, welcher wohl Beachtung verdient. Im Allgemeinen hört man Klagen, dass tüchtige Leute für die Präzisionsmechanik nicht zu haben seien. Forschen Sie nach den Ursachen, dann werden Sie finden, dass gerade in der Präzisionsmechanik gute, saubere Arbeit geliefert wird, die Bezahlung aber nur eine geringe ist. Warum? Weil die Preise der Instrumente viel zu niedrig sind, wie Herr Hartmann schon angeführt hat, und ferner, weil noch dieselben Löhne in Ansatz gebracht werden, welche vor Jahren zu bezahlen waren, die aber auf die heutigen theuren Lebensverhältnisse nicht Rücksicht nehmen. Früher wurden bei der Präzisionsmechanik im Verhältniss zu den Lebensmittelpreisen und den allgemeinen Verhältnissen bessere Löhne gezahlt. Nun bedenken Sie, wohin ein solcher von Herrn Handke beantragter Beschluss führen würde. Junggehilfen sind Leute, welche eben ausgelernt haben. Sie wissen nun alle, dass viele darunter sind, welche keine Präzisionsmechaniker sind, sondern andere Apparate herstellen. Ich glaube ganz bestimmt, dass auch deren Lehrherrn wohl einen Lehrling zu einem tüchtigen Mechaniker ausbilden können. Der junge Mann hat aber noch nie Präzisionsinstrumente gemacht, er ist jedoch in anderen Fächern ein tüchtiger Arbeiter, und nun wollen Sie diesem die 18 M. Lohn nicht bezahlen, weil er mathematische Instrumente bezw. Präzisionsapparate noch nicht gearbeitet hat? Gerade dadurch entziehen Sie aber der Präzisionsmechanik die tüchtigen Kräfte; diese Leute gehen dann in die elektrotechnischen Fabriken, weil sie dort viel mehr verdienen. Deshalb müssen Sie dafür sorgen, dass der vereinbarte Minimallohn unter allen Umständen bezahlt wird. Ein Prinzipal ferner, welcher sich darauf legte, nur Junggehilfen zu beschäftigen, wäre anderen Prinzipalen gegenüber entschieden im Vortheil. Ich ersuche deshalb, an dem Kommissionsbeschluss festzuhalten; ich könnte mich indess in Rücksicht auf die Berliner Abmachungen wohl zu der Konzession verstehen, an solchen Orten, wo ein Lokalzuschlag gewährt wird, diesen den Junggehilfen nicht zukommen zu lassen.

Herr Prof. Abbe: Ich erlaube mir die Frage, ob nach der Erklärung des Herrn Bremer, dass die Gehilfen bereit sein würden, die örtlichen Lohnzuschläge für eine gewisse Zeit noch in der Schwebe zu lassen, die Berliner ihren Widerspruch aufgeben würden. Es wäre zu bedauern, wenn an diesem Punkte alle unsere Bemühungen scheitern sollten.

Herr Handke: Ich halte das für möglich. Ich möchte gern vermitteln, und kann die Versicherung geben, dass ich versuchen werde, die übrigen Berliner Herren dazu zu veranlassen.

Die Debatte wird nunmehr geschlossen.

Der Zusatzantrag des Herrn Handke zu Punkt II. 3 wird folgendermaassen formulirt:

„Im Interesse der Präzisionsarbeit, sowie mit Rücksicht darauf, dass in vielen Werkstätten die Ausbildung der Lehrlinge eine ungenügende ist, wird jedoch für Junggehilfen in den ersten beiden Jahren nach Beendigung der vierjährigen Lehrzeit, sofern dieselben sich auf ihren eigenen Wunsch noch weiter ausbilden wollen, ein geringerer Satz für zulässig erklärt. Die Ortskommission behält sich vor, eine Kontrole gegen missbräuchliche Ausnutzung dieser Bestimmung auszuüben.“



Es wird zunächst über den Kommissionsantrag abgestimmt. Es ergiebt sich Stimmengleichheit.

Der Vorsitzende: Formell scheint mir der Antrag der Kommission abgelehnt zu sein.

Es entspinnt sich in Folge dessen eine Geschäftsordnungsdebatte, im Verlaufe welcher Herr Professor Abbe den Antrag stellt:

Die Ausnahmebestimmung betreffs der Junggehilfen so zu formuliren, dass dort, wo ein Ortszuschlag zu dem Minimallohn von 18 Mark vereinbart, dieser auf jünger Gehilfen in den ersten beiden Jahren nach der Lehrzeit nicht Anwendung finden soll sofern sie sich in der Werkstatt noch weiter auszubilden wünschen.

Antragsteller bittet, seinen Antrag anzunehmen, da er ein Vermittlungsvorschlag sei und den Herren in Berlin zeige, dass hier das Bestreben bestanden hat, auf ihre speziellen Wünsche Rücksicht zu nehmen.

Der Antrag des Herrn Professor Abbe wird darauf angenommen.

Der Vorsitzende vertagt die Verhandlungen bis zum folgenden Tage.

Dritter Tag:

Montag, den 15. September 1890, Vormittags $9^1/_2$ Uhr.

Den Vorsitz führt Herr Direktor Loewenherz. Es wird in der Berathung der Kommissionsanträge zu II. Gehilfenwesen, fortgefahren:

Punkt 1 u. 2: Die regelmässige Arbeitszeit soll nicht mehr als 10 Stunden täglich (ausschliesslich aller Ruhepausen) betragen.

Ueberstunden und Sonntagsarbeit sind nur ausnahmsweise, in dringenden Fällen, zulässig, und sind mit 25 Prozent Zuschlag zum regelmässigen Lohn, und zwar auch den Akkordarbeitern, zu vergüten.

Die Anträge werden einstimmig angenommen.

Punkt 3, den Minimallohn betreffend, ist durch den Beschluss in der vorangegangenen Sitzung erledigt.

Punkt 4: Die Kommission hat davon Abstand genommen, für die Erhöhung des Minimallohns in grösseren Städten allgemeine Normen vorzuschlagen. Sie will die Vereinbarung über örtliche Zuschläge den durch einen nachfolgenden Beschluss (s. u.) beantragten lokalen Kommissionen aus Prinzipalen und Gehilfen überlassen wissen.

Punkt 5: Der regelmässige Lohn ist entweder wöchentlich auszuzahlen, oder es sind wenigstens wöchentliche Abschlagszahlungen in angemessener Höhe zu gewähren.

Punkt 4 und 5 werden einstimmig angenommen.

Punkt 6: Eine längere Diskussion über die schon in Heidelberg seitens mehrerer Gehilfenvertreter angeregte Frage der Akkordarbeit liess erkennen, dass Anträge auf Beseitigung oder Einschränkung dieser Arbeitsform weder in der Kommission noch beim Mechanikertag irgend eine Aussicht auf Billigung haben würden. Hiernach erklärten auch diejenigen Mitglieder, welche zuerst für einen solchen Antrag eingetreten waren, von weiterer Verfolgung desselben Abstand nehmen zu wollen.

Punkt 7: 1. Die Akkordsätze sind so zu bemessen, dass nach ihnen ein Gehülfe von mittlerer Fertigkeit bei gebührendem Fleiss den ihm zustehenden Lohn sicher erreichen kann. 2. Der Wochenlohn ist bei Akkordarbeit als Minimalverdienst zu garantiren. 3. Die Akkordpreise und Akkordbedingungen sind vor Beginn der betreffenden Arbeit, und zwar schriftlich — durch Akkordzettel — zu vereinbaren. 4. Nachträgliche Kürzung eines vereinbarten Akkordpreises ist unzulässig.

Der Vorsitzende: Hierzu liegt ein Antrag der Berliner Ortskommission vor:



Der Wochenlohn ist bei neuen Akkorden, sowie bei misslungenen Akkordarbeiten, bei welchen der Grund des Misslingens nicht an dem Gehilfen liegt, als Minimalverdienst zu garantiren.

Herr Prof. Abbe: Ich möchte in Bezug auf Punkt II. 7, welcher allein eine erhebliche Tragweite hat, die Motive darlegen, welche die Kommission zu diesem Antrag geführt haben. Man ging von der Erwägung aus, dass die Akkordsätze immer so zu bemessen seien, dass ein Arbeiter von mittelmässiger Fertigkeit wenigstens auf seinen Wochenlohn komme. Bei denjenigen, welche die betreffende Arbeit schon kennen, wird dies vorauszusetzen sein; wenn aber zum ersten Mal solche Arbeiten in einer Werkstatt übernommen werden, so kommt es doch vor, dass ganz ordentliche, tüchtige Leute zunächst nicht ihren Wochenlohn erreichen, während andere Arbeiter, welche mit der Arbeit schon vertraut sind, ganz gut mit dem Akkord zufrieden sind. Es schien der Kommission unbillig, in solchen Fällen das Lehrgeld denjenigen tragen zu lassen, welcher zum ersten Male die betreffende Arbeit macht. Ausserdem kommt in Erwägung der Umstand, dass nicht von dem ersten Akkord die Rede ist, sondern überhaupt vom Akkord, was für die Feststellung des Minimallohns eine praktische Bedeutung hat. Man muss den Herren von der Gehilfenschaft beistimmen, dass, wenn eine solche Bestimmung wegen der Akkordarbeit nicht angenommen wird, dann jeder Vereinbarung über den Minimallohn die Unterlage fehlt, weil dann jeder Prinzipal sagen kann: ich lasse in meiner Werkstatt nur nach Akkord arbeiten, und er es in der That so in der Hand hat, in seiner Werkstatt einen viel niedrigeren als den vereinbarten Lohn zu zahlen. Ich bin nicht der Meinung, dass solche Fälle viel vorkommen werden; aber wenn wir dies zulassen, so würden wir uns dem Misstrauen der anderen Partei aussetzen, dass eine Umgehung der Bestimmungen möglich sei.

Herr Handke: Bei den Verhandlungen, welche in der Berliner Ortskommission und auch bei den Vorverhandlungen gepflogen wurden, hat sich gezeigt, dass man sich doch nicht in so idealer Richtung bewegen kann, wie die Kommissionsbeschlüsse wollen; ich muss bemerken, dass von mehreren Seiten, u. A. von den Vertretern der grossen Firma Siemens & Halske ausgesprochen wurde, dass sie die Zusicherung des Minimallohnes, wenn derselbe bei Akkordarbeiten nicht erreicht werde, nicht zugestehen würden. Wenn wir Verbesserungen planen, so müssen wir zunächst mit den vorhandenen Verhältnissen rechnen, und da würde ich doch meinerseits grosses Bedenken haben, bei dem Widerspruche grosser Firmen den Antrag in der von der Jenaer Kommission vorgeschlagenen Form anzunehmen. Ich muss Ihnen vielmehr den Antrag der Berliner Ortskommission zur Annahme empfehlen.

Herr Hartmann: Diejenigen, die in der Jenaer Kommission mitgearbeitet haben, werden sich erinnern, dass ich diesem Passus, einen Minimallohn bei Akkordarbeiten zu garantiren, ohne Weiteres zugestimmt habe. Ich bin jedoch nachträglich auf die Schwierigkeit der Durchführung des Antrages aufmerksam geworden und sehe kein Bedenken, warum wir nicht die von den Berlinern vorgeschlagene Aenderung annehmen könnten. Wir haben nicht immer mit Gehilfen zu thun, welchen wir grosses Vertrauen schenken dürfen, und aus diesem Grunde ziehe ich die Berliner Fassung vor, welche im Wesentlichen an den Jenaer Beschlüssen nichts ändert. In Wirklichkeit ist doch wohl nie der Fall vorgekommen, dass einem Gehilfen, welcher bei einem Akkord nicht auf seinen Wochenlohn



kam, vom Prinzipal etwas abgezogen wurde, während umgekehrt der Prinzipal stets den vollen Preis bezahlen muss, selbst wenn er Schaden bei der Arbeit hat.

Herr Bremer: Es kann sich nur um neue Akkorde handeln, nicht dann, wenn ein Arbeiter schon verschiedene Male denselben Akkord gemacht hat. In diesem Falle wird ein Gehilfe, welcher noch nicht in dem Akkord gearbeitet, häufig in Nachtheil gegenüber dem ersteren sein, und es müssten ihm wenigstens dieselben Einrichtungen zur Verfügung gestellt werden.

Der Vorsitzende: Das steht nicht in den Anträgen der Kommission, sondern in den Berliner Vorschlägen; dort ist nur von neuen Akkorden die Rede.

Herr Prof. Abbe: Es steht nicht in dem Kommissionsantrage, weil man der Meinung war, dass es praktisch auf dasselbe hinaus käme. Denn wenn der Gehilfe auch beim zweiten Akkorde nicht seinen Wochenlohn erreicht, den ein anderer vielleicht bedeutend überschritten hat, so ist anzunehmen, dass die Schuld an ihm liegt. Wenn die Herren Vertreter der Gehilfen im Uebrigen aber glauben, dass ihnen der Berliner Vorschlag nicht unannehmbar erscheint, dann möchte ich Sie doch auch jetzt bitten, Ihrerseits eine Konzession zu machen; mit Rücksicht auf die viel wichtigere Frage wegen des Minimallohns, welche in Ihrem Sinne entschieden ist, bin ich der Meinung, dass Sie hier wohl eine Konzession machen könnten. Da wir nach dem Beschluss der gestrigen Versammlung den Herren Prinzipalen in Berlin zumuthen, dass sie uns nachgeben sollen, so möchte ich wohl wünschen, dass wir ihnen in diesem Punkte nachgeben.

Der Vorsitzende: Dem Standpunkt des Herrn Prof. Abbe, als ob die Jenaer Beschlüsse nach beiden Seiten hin bindend wären, muss ich mit Entschiedenheit entgegentreten. Es handelt sich hier nicht um eine Vereinbarung dieser Kommission, sondern um eine Vereinbarung zwischen Prinzipalen und Gehilfen, und ich möchte bemerken, dass die Vereinbarung nach dem Vorschlage der Jenaer Kommission nicht zu Stande kommt, weil die Prinzipale in ihrer Mehrheit sich dagegen erklärt haben; andererseits haben die Vertreter der Gehilfen durchaus nicht erklärt, dass sie nicht weiter als bis zu den Jenaer Zugeständnissen gehen würden. Die von der Berliner Ortskommission vorgelegten Anträge sind bereits von den Gehilfen in Berlin angenommen.

Herr Prof. Abbe: Ich bin thatsächlich der Meinung, dass in den Vereinbarungen der Kommission ein gewisses Präjudiz liegt. Ich bin jedoch nicht gegen den Berliner Antrag, wenn nur eine Vereinbarung zu Stande kommt, und möchte die Herren Gehilfenvertreter fragen, wie sie darüber denken.

Herr Pinn: Die Berliner Gehilfenschaft ist im Allgemeinen mit den von der Berliner Ortskommission gestellten Anträgen durchaus einverstanden.

Bei der nunmehr erfolgenden Abstimmung werden Punkt 6 und 7 den Anträgen der Berliner Ortskommission angenommen.

Punkt 8: Der Arbeitsnachweis ist in der Hand der Gehilfen zu belassen, vorbehaltlich einer beaufsichtigenden Mitwirkung der Prinzipale. Die seitens verschiedener Gehilfenverbände getroffenen oder noch zu treffenden Einrichtungen für Arbeitsnachweis sind von den Prinzipalen zu benutzen und thunlichst zu unterstützen, unter der Voraussetzung, dass bei diesen Einrichtungen Gewähr für eine völlig unparteiische Geschäftsführung geboten und hinsichtlich der letzteren eine regelmässige Kontrole durch geeignete Organe des Mechanikertages zugestanden wird.

Herr Hartmann: Im Auftrage des Herrn Seibert in Wetzlar möchte ich darauf aufmerksam machen, dass von den dortigen Arbeitgebern nicht gewünscht



wird, dass der Gehilfenarbeitsnachweis einseitig in den Händen der dem Gehilfenverbande angehörenden Gehilfen liege, sondern dass eine Mitwirkung von ausserhalb des Verbandes stehenden Gehilfen möglich sei.

Herr Bremer: Eine Garantie der loyalen Durchführung des Arbeitsnachweises ist schon dadurch geboten, dass an dem am 29. September in Wiesbaden stattfindenden Kongress der Gehilfen auch Nichtverbandsmitglieder Theil nehmen und dort ihre Wünsche wegen des Arbeitsnachweises vorbringen können. Es kann auch ziemlich gleich sein, ob diejenigen, welche den Arbeitsnachweis führen, dem Verbande angehören oder nicht. Ich möchte bitten, in dieser Beziehung nicht eine Spaltung unter den Gehilfen selbst hervor zu bringen.

Der Vorsitzende macht darauf aufmerksam, dass in dem Antrage nicht die Rede ist von Verbandsmitgliedern oder Nichtverbandsmitgliedern, sondern von Gehilfen überhaupt.

Herr Haensch: Die Mehrzahl der Prinzipale Berlins ist damit einverstanden, dass der Arbeitsnachweis in den Händen der Gehilfen liegt, und wir haben damit bereits gute Resultate erzielt. Es sind einzelne kleine Mängel noch vorhanden, die wohl in der Organisation begründet sind.

Herr Handke: Wir haben in Jena anerkannt, dass wir den Arbeitsnachweis den Gehifen ganz gut überlassen können. Die Kontrole muss aber derartig sein, dass keine Bevorzugung der Verbandsmitglieder stattfinden kann.

Herr Bremer: Der Verband und der Arbeitsnachweis kann nicht für Ausschreitungen Einzelner verantwortlich gemacht werden; er erstrebt vollkommene Objektivität. — Ich möchte dann noch einen Punkt erwähnen. Der Arbeitsnachweis ist mit vielen Kosten verknüpft und die einzelnen Verbandsstellen werden dadurch sehr belastet. Ich möchte nun die Herren Prinzipale fragen, ob sie, wenn sie später sehen, dass die Einrichtung sich bewährt, auch etwas zu den Kosten beitragen wollen. Ich glaube, bei einer Einrichtung, welche dem beiderseitigen Nutzen dient, wäre dies wohl wünschenswerth. — Wenn ferner der allgemeine Arbeitsnachweis gut funktioniren soll, dann ist es nothwendig, dass die Prinzipale sich dieser Einrichtung auch bedienen. Da möchte ich Sie nun bitten, dahin zu wirken, dass in Zukunft die Inserate in den Zeitungen, durch welche Mechaniker gesucht werden, aufhören, denn dadurch wird der Arbeitsnachweis nicht unterstützt, und dass Sie, wenn sich ein Gehilfe brieflich anbietet, ihn auf den Arbeitsnachweis verweisen. Dadurch würden Sie unter allen Umständen letzteren unterstützen.

Herr Handke: Gegen einen Beitrag zu den Kosten des Arbeitsnachweises würde seitens der Prinzipale sicher kein Widerspruch erfolgen, sie würden ohne Widerspruch einen Beitrag leisten.

Herr Hartmann: Die Kosten werden jedenfalls von der Allgemeinen deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik getragen werden können. Was aber die Meinung des Herrn Bremer angeht, dass, wenn sich ein Gehilfe brieflich bei mir meldet, ich ihm erst schreiben solle, er möge sich an den Arbeitsnachweis wenden, so wäre das eine Zumuthung, welche ich nicht erfüllen könnte. Ich würde ihm dann einfach schreiben, ob ich ihn beschäftigen kann oder nicht. Häufig drängt auch die Arbeit, und es würde mit diesem Umwege nur Zeit verloren gehen. Dagegen würde ich es unterstützen, dass die Anzeigegesuche um Gehilfen aus den Zeitungen möglichst verschwinden, so dass man sich an den Arbeitsnachweis zu wenden hat.



Herr Bremer: Ich meine nur, dass die Prinzipale jedem sich meldenden Gehilfen sagen möchten, er solle sich an den Arbeitsnachweis wenden, dass sie ihn also auf diesen hinweisen. Wenn alle Prinzipale das thun, dann werden sich die Gehilfen nicht mehr brieflich anbieten.

Es wird zur Abstimmung geschritten und Punkt 8 angenommen.

Punkt 9: Die allgemeine Einführung von Werkstattsordnungen oder auch die Aufstellung einer einheitlichen Werkstattsordnung zu empfehlen, hat die Kommission **nicht** *für zweckmässig befunden.*

Herr Haensch: Ich glaube, wir brauchen uns um diesen Passus nicht zu bekümmern, die Sache wird gesetzlich geordnet werden.

Herr Prof. Abbe: Wenn solche gesetzlichen Vorschriften erlassen werden, deren Zweckmässigkeit für uns vielfach angezweifelt wird, dann könnten wir der Sache wieder näher treten, um eine Werkstattsordnung für uns zu vereinbaren.

Punkt 10: Für diejenigen Orte, an welchen eine grössere Zahl von Mechanikern sich befindet, und geeigneten Falles für ausgedehntere Bezirke, sind alsbald lokale Kommissionen, aus Prinzipalen und Gehilfen zusammengesetzt, zu bilden und diesen sind folgende Funktionen zu übertragen: 1. Ueberwachung der Einhaltung aller vom Mechanikertag aufgestellten allgemeinen Normen. 2. Beaufsichtigung des Lehrlingswesens in ihrem Bezirk, im Besonderen auch die Führung von Listen über die Anzahl der Lehrlinge (einschliesslich aller zum Zweck ihrer Ausbildung beschäftigten Personen) in den einzelnen Werkstätten. 3. Schlichtung von Streitigkeiten in Lehrlingssachen, sowie Schlichtung von Streitigkeiten zwischen Prinzipalen und Gehilfen. 4. Begutachtung von Werkstattsordnungen. 5. Festsetzung von örtlichen Zuschlägen zum allgemeinen Minimallohn der Gehilfen. 6. Beaufsichtigung der Geschäftsführung des Gehilfennachweises in ihrem Bezirk.

Der Vorsitzende: Wir haben am Sonnabend schon das Statut beschlossen, ich nehme also an, dass wir diese Frage durch die Beschlüsse wegen der Organisation als erledigt ansehen. (Zustimmung) Damit sind die sämmtlichen Anträge wegen des Gehilfenwesens erledigt und wir kommen nun zu den Anträgen wegen des Lehrlingswesens. Punkt 1 und 2, Lehrvertrag und Lehrzeugniss, sind durch die gestrigen Beschlüsse erledigt.

Punkt 3 und 4 werden angenommen.

Punkt 5: „Um die Einführung eines einheitlichen Lehrvertrages und Lehrzeugnisses zu Gunsten der Verbesserung des Lehrlingswesens möglichst wirksam zu machen, empfiehlt die Kommission, einerseits für die möglichst allgemeine Annahme und Anerkennung dieser Einrichtung im Kreise der Prinzipale einzutreten, andererseits aber auch gegenüber dem betheiligten Publikum dahin zu wirken, dass Lehrlinge künftig nur solchen Prinzipalen zugeführt werden, welche den Lehrvertrag anzunehmen bereit sind. Im Uebrigen nimmt die Kommission an, dass die mehrseitig in's Auge gefasste Begründung einer ständigen Zentralstelle des Mechanikertages, sowie die durch einen nachfolgenden Beschluss ihrerseits beantragte Errichtung lokaler Kommissionen weitere Handhaben auch für die bessere Regelung des Lehrlingswesens darbieten werden.“

Herr Prof. Abbe: Zu diesem Punkte möchte ich nur hinzufügen, dass es allgemein unsere Meinung ist, es werde die nächste Aufgabe unseres vorgestern gewählten Ausschusses dahin gehen, weiter zu erwägen, wie in den Interessentenkreisen die Einrichtung des Lehrvertrages und Lehrzeugnisses wirksam zu machen ist. Ich glaube nicht, dass wir dem Vorstande eine bestimmte Direktive zu geben brauchen; im Allgemeinen wird nur die Auffassung maassgebend sein, in der in

der Debatte angegebenen Weise vorzugehen. Es wird sodann auch Aufgabe der Lokalkommissionen sein, zur Durchführung des Lehrvertrages in Thätigkeit zu treten und insbesondere zur Begründung einer Lehrlingsstatistik in ihren Bezirken sowie zur Verhütung von Missbräuchen die erforderlichen Maassnahmen zu treffen.

Herr Handke: Eine Maassregel, welche vielleicht bald schon in Angriff genommen werden könnte und wodurch wir Niemandem zu nahe treten, wäre die, dass man den Herren Schuldirektoren Exemplare des Lehrvertrages und Lehrzeugnisses zuschickte, mit dem Hinzufügen, welche Prinzipale die vereinbarten Einrichtungen zugestanden haben; Eltern und Vormünder könnten sich dann darüber klar werden, bei wem man den Lehrling in die Lehre geben soll.

Punkt 5 wird einstimmig genehmigt.

Punkt 6: „Obwohl die Kommission anerkennen musste, dass durch Fachschulen, praktische Lehrkurse und Lehrlingsausstellungen die Ausbildung tüchtiger Mechaniker wesentlich unterstützt werden kann, hat sie von Anträgen in Bezug auf solche Maassnahmen Abstand genommen. Man war der Ansicht, dass der Mechanikertag zunächst doch nicht in der Lage sein würde, derartigen Anträgen praktische Folge zu geben, weil die in Rede stehenden Einrichtungen durchaus die Initiative seitens lokaler Organisationen zur Voraussetzung haben."

Der Vorsitzende: Es ist schon vorher von Lehrwerkstätten die Rede gewesen, und Herr Handke insbesondere hat bei einer früheren Besprechung auf die Nothwendigkeit von praktischen Lehrkursen und technischen Fachschulen hingewiesen. Ich möchte bitten, dass die Herren sich gerade darüber äussern.

Herr Haensch: Nichts wäre werthvoller für den jungen Mechaniker, als wenn technische Werkstätten mit praktischen Unterrichtskursen eingerichtet würden. Die Ausbildung des jungen Mechanikers könnte dadurch wesentlich gehoben werden. Geschieht dies nicht, so habe ich die Ueberzeugung, dass die deutsche Mechanik in Folge der Unfähigkeit der Gehilfen zurückgehen wird.

Herr Handke: Ich hoffe, dass durch Lehrwerkstätten Gelegenheit geboten wird, diejenigen Dinge praktisch zur Durchführung zu bringen, welche in der früheren Kommission der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik berathen sind und die ich in meinem vorjährigen Referat (vgl. *diese Zeitschrift 1889 S. 310*) näher erläutert habe.

Herr Hartmann: Die Errichtung von solchen Lehrwerkstätten ist unter allen Umständen zu begrüssen. Auch die Junggehilfen könnten diese vielleicht auf ein halbes Jahr besuchen, um sich noch weiter auszubilden; kommen sie dann als tüchtige Präzisionsmechaniker in die Praxis, so werden sie sofort den Minimallohn verdienen können. Es ist gerade keine angenehme Arbeit für den Meister, Lehrlinge anzuweisen. Vielleicht wäre es möglich, derartige Lehrwerkstätten mit Hilfe der Reichsregierung zu gründen. Ich stelle den Antrag, dass der Vorstand des Mechanikertages beauftragt werde, in Kürze schon an diejenige Reichsbehörde sich in dieser Sache zu wenden, welche der Entwickelung unserer Kunst schon so viel Interesse zugewendet hat, an das Reichsamt des Innern, und an diese hohe Behörde das Ersuchen zu richten, die Errichtung einer solchen Lehrwerkstatt zu erwägen.

Herr Prof. Abbe glaubt, dass die Meinungen, welche sich hier kund gegeben haben, den Ausschuss genügend legitimiren, in diesem Sinne vorzugehen und dass ein förmlicher Beschluss daher unnöthig sei.



Herr Hartmann zieht seinen Antrag zurück in der Voraussetzung, dass der Vorstand denselben zu geeigneter Zeit in Ueberlegung ziehen werde.

Der Vorsitzende: Wir haben jetzt die Anträge der Kommission durchberathen, es erübrigt nur noch die Frage, ob eine Lehrlings- und Gehilfenkommission noch weiter bestehen, beziehungsweise, wie dieselbe zusammen gesetzt werden soll.

Die Debatte führt zur Annahme des Antrages des Vorsitzenden, das Mandat der Kommission für erloschen zu erklären, dagegen den Organisations-Ausschuss zu beauftragen, mit den auf dem Kongress der Mechanikergehilfen zu Wiesbaden zu diesem Zwecke gewählten Vertretern der Gehilfen in Verbindung zu treten.

Dieser Antrag wird angenommen.

Herr Bremer ladet zu dem am 29. September in Wiesbaden stattfindenden Kongress ein und verliest die dafür aufgestellte Tagesordnung.

Damit ist die Verhandlung über die Lehrlings- und Gehilfenfrage erledigt.

Nächster Gegenstand der Berathung ist:

Die Sicherung günstiger Zollverhältnisse für die ins Ausland auszuführenden wissenschaftlichen Instrumente.

Herr Haensch als Berichterstatter: Um in der Frage der Erzielung günstiger Zollverhältnisse für den Export wissenschaftlicher Instrumente nach dem Auslande einen Ueberblick über die Lage der Verhältnisse zu gewinnen, wurden Anfangs März d. J. an 150 selbständige Mechaniker und Optiker Fragebogen verschickt. Auf dieselben sind leider nur 18 Antworten eingegangen, von denen die meisten überdies ein erschöpfendes Eingehen auf diejenigen Fragen vermissen liessen, deren Beantwortung besonders erwünscht erschien.

Betreffs der bisherigen Zollsätze zeigte sich nur in einzelnen Antworten genaue Kenntniss.

Als ein zur Erzielung günstiger Zollsätze bisher eingeschlagenes Verfahren wurde mehrfach angeführt, dass diejenigen Theile eines Apparates, welche verschiedenen Zollsätzen unterliegen, getrennt verpackt und versendet werden.

Klagen betreffs der zollamtlichen Behandlung wurden über russische und österreichische Behörden erhoben, über erstere wegen schlechter Behandlung der Sendungen, über letztere wegen des Umstandes, dass, trotzdem nach dem österreichischen Tarif wissenschaftliche Instrumente zollfrei eingehen sollen, solche Instrumente mit Zoll belegt werden. Ferner wurde über die hohen amerikanischen Zölle geklagt. Endlich wurden über die amtlichen Formalitäten Klagen geführt.

Die Frage nach dem Maximalsteuersatze, welchen die verschiedenen Gegenstände vertragen könnten, wurde von Niemandem beantwortet, nur bemerkt ein Einsender, dass im Allgemeinen der jetzige amerikanische Steuersatz als das Maximum anzusehen sei.

Das vorliegende Material ist zu dürftig, um auf Grund desselben in dem früher beabsichtigten Sinne bei der Reichsregierung vorstellig zu werden. Es dürfte sich daher empfehlen, der Frage erst wieder näher zu treten, wenn nach fester Begründung einer allgemeinen Vereinigung der deutschen Mechaniker und Optiker Gelegenheit gegeben ist, eine sorgfältigere Untersuchung anzustellen.

Der Vorsitzende: Ein Antrag liegt nicht vor. Selbstverständlich wird es Aufgabe des Ausschusses sein, die Sache im Auge zu behalten und bei geeigneter Gelegenheit weitere Schritte zu thun.

Es folgt Berathung über: Die Dezimaltheilung des Quadranten.

Herr Dr. Westphal: Auf Anregung des Herrn Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Foerster in Berlin hatte sich die Abtheilung für Instrumentenkunde auf der vorjährigen Naturforscherversammlung zu Heidelberg mit der Frage der allgemeinen Einführung der Dezimaltheilung des Quadranten bei Theilkreisen von Messinstrumenten beschäftigt. Die Abtheilung war der Ansicht gewesen, dass sich der deutsche Mechanikertag zweckmässig mit der Frage zu befassen habe. In Folge dessen hatte der Vorstand des Mechanikertages es unternommen, zunächst Erhebungen darüber anzustellen, in welchem Umfange bisher Kreistheilungen nach dezimaler Theilung des Quadranten ausgeführt werden und welche Stellung die ausübenden Mechaniker zu der Frage nehmen. Es wurden Fragebogen an 150 Mechanikerfirmen verschickt, auf welche leider nur 22 Antworten eingegangen sind. Dieselben ergeben Folgendes:

Die grundlegende Frage, ob sich die Dezimaltheilung des Quadranten oder des ganzen Kreises empfehle, wurde ausnahmslos zu Gunsten der ersteren Theilart entschieden. — Der Umfang, in welchem in Deutschland Kreise mit dezimaler Theilung des Quadranten hergestellt werden, ist ein geringer. Von den 22 Firmen, welche geantwortet haben, führen nur 8 solche Theilungen aus; bei diesen sind von sämmtlichen ausgeführten Kreistheilungen:

in	3	Werkstätten	weniger	als	10 %	dezimale Theilungen.
„	2	„	mehr	„	10	„ „
„	1	„	„	„	20	„ „
„	1	„	„	„	30	„ „
„	1	„	„	„	50	„ „

Die Verbreitung der dezimalen Theilung in Deutschland scheint demnach gering zu sein und es dürfte die weitere Verfolgung der Angelegenheit durch den Mechanikertag wenig aussichtsvoll sein. Man sollte indess deshalb die Einführung der dezimalen Theilung nicht fallen lassen. Für viele Zweige wissenschaftlicher Forschung dürfte dieselbe von grossem Vortheile sein; zwar werden die Astronomen gegen die Einführung dieser Theilung zunächst lebhaft protestiren, aber für den Geodäten z. B. bringt dieselbe nicht unerhebliche Bequemlichkeiten der Rechnung und vor Allem würden für die Physiker und Chemiker, welche jetzt vielfach die nach alter Theilung gemachten Beobachtungen, wenigstens für die Unterabtheilungen der Grade, dezimal umrechnen, sich Erleichterungen ergeben. Berücksichtigt man ferner, dass Hilfsmittel für die Rechnung nach dezimaler Theilung bereits ausreichend vorhanden sind, so möchte es sich doch empfehlen, die Angelegenheit fortgesetzt im Auge zu behalten. Eine wirksame Förderung ist jedoch, wie sich gezeigt hat, nicht durch den Mechanikertag allein zu erwarten. Ich möchte deshalb beantragen, dass der Vorstand beauftragt werde, bei den wissenschaftlichen Instituten und Behörden Deutschlands für die Einführung der dezimalen Theilung des Quadranten bei Theilkreisen von Messinstrumenten zu wirken.

Der Vorsitzende: Ich möchte bemerken, dass wir in wissenschaftlichen Kreisen eine grosse Opposition zu erwarten haben. Ob also von uns die Sache viel gefördert werden kann, möchte ich bezweifeln. Ich glaube vielmehr, dass eine wirkliche Förderung nur zu erwarten ist, wenn eine Reihe von wissenschaftlichen Autoritäten selbst die Angelegenheit in die Hand nimmt.

Herr Professor Abbe: Ich glaube, die Sache ist überhaupt noch nicht so weit vorgeschritten, dass die ausführenden Mechaniker Veranlassung haben, da-

zu Stellung zu nehmen; sie müssen zunächst abwarten, wie weit die betheiligten gelehrten Kreise sich für die Sache interessiren und ihrerseits für die Dezimaltheilung des Quadranten eintreten. Ich glaube deshalb nicht, dass es praktischen Nutzen hätte, dem Vorstande einen derartigen Auftrag zu geben.

Herr Tesdorpf macht darauf aufmerksam, dass die Firmen, welche Kreistheilmaschinen für dezimale Theilung noch nicht besitzen, solche anschaffen müssten, wenn die dezimale Theilung des Quadranten eingeführt würde und dass dann die alten Einrichtungen beseitigt werden müssten. Es empfiehlt sich daher im Interesse der Mechaniker, die Initiative in dieser Sache den Herren Gelehrten zu überlassen.

Der Vorsitzende: Ich darf hinzufügen, dass die Physikalisch-Technische Reichsanstalt in den nächsten Monaten darauf eingerichtet sein wird, eine Theilung nach Dezimalgraden auszuführen, so dass Mutterkreise für Kreistheilmaschinen von der Reichsanstalt werden bezogen werden können.

Herr Dr. Westphal zieht seinen Antrag zurück.

Nächster Gegenstand der Tagesordnung ist die Berathung über: Die Beseitigung der Schwierigkeiten bei Beschaffung von Doppelspath.

Herr Dr. Westphal: Der vorjährige Mechanikertag zu Heidelberg hatte beschlossen, geeignete Schritte zu thun, dass die dänische Regierung, die Besitzerin der Hauptfundstätte des Doppelspaths, sich veranlasst sehe, die Schwierigkeiten bei der Beschaffung dieses seltenen Minerals möglichst zu beseitigen. Private Erkundigungen haben aber ergeben, dass zur Zeit auf die Mitwirkung der dänischen Regierung nicht zu rechnen ist. Der Vorstand hat sich daher an den norwegischen Geologen Herrn Th. Thoroddsen gewandt, der als genauer Kenner der geologischen Verhältnisse Islands bekannt ist und auch über das Vorkommen des Doppelspaths mehrfache Mittheilungen veröffentlicht hat (vgl. *diese Zeitschr. 1889 S. 224 und 1890 S. 326*). Herr Thoroddsen hat in liebenswürdigster Weise Auskunft gegeben; nach ihm würde der einzige Weg, die dänische Regierung zu einer Bearbeitung der noch recht ausbeutungsfähigen Hauptfundstätte bei Helgustadir, deren alleinige Besitzerin die Regierung ist, zu bewegen, der sein, dass eine Anzahl Optiker entweder sich auf Abnahme von Doppelspath für eine bestimmte Summe verpflichteten, oder nach eingeholter Genehmigung der dänischen Regierung die Ausbeute durch eine eigene Expedition selbst in die Hand nähmen; die Kosten einer solchen Expedition veranschlagt Herr Thoroddsen auf 3 bis 4000 Mark, abgesehen von der an die dänische Regierung zu zahlenden Pacht. Neuerdings hat Herr Thoroddsen an der Westküste Islands eine neue Fundstätte des Doppelspath entdeckt, doch lässt sich über die Ertragsfähigkeit derselben noch nichts Bestimmtes sagen. Wie Herr Prof. Foerster mitzutheilen die Güte hatte, soll auch in der Krim neuerdings Doppelspath gefunden sein, und es wird beabsichtigt, auch hierüber nähere Erkundigungen einzuziehen.

Nach Lage der Sache lässt sich ein bestimmter Antrag heute nicht stellen. Es würde sich zunächst empfehlen, die hervorragenden optischen Firmen Deutschlands zu fragen, ob sie geneigt wären, eine gewisse Summe zu garantiren, und wenn das der Fall ist, an die dänische Regierung mit geeigneten Anträgen heranzugehen. Ich möchte mir den Vorschlag erlauben, dass der Vorstand in diesem Sinne Auftrag erhält.



Der Vorsitzende: Es liegt der Antrag vor, auch hier dem Vorstand in dem von Herrn Dr. Westphal angeführten Sinne freie Hand zu lassen.

Der Antrag wird angenommen.

Der Vorsitzende: Damit ist unsere Tagesordnung erledigt und wir haben nur noch über die Frage schlüssig zu werden, ob es zweckmässig sei, im nächsten Jahre mit der Naturforscherversammlung eine Ausstellung für Instrumentenkunde zu verbinden. Die Naturforscherversammlung soll entweder in Frankfurt a. M. oder in Halle sein, und unser Vorstand hat die Vollmacht erhalten, auch wenn Halle gewählt wird, sich betreffs des Mechanikertages für Frankfurt entscheiden zu können. Es fragt sich nun, ob überhaupt und in welchem Falle bei jener Versammlung eine Ausstellung veranstaltet werden soll.

Herr Hartmann: Falls die Naturforscherversammlung in Frankfurt tagt, möchte ich bitten, dass wir uns möglichst an der elektrischen Ausstellung betheiligen, welche nicht absolut auf elektrische Maschinen und Apparate beschränkt sein wird. Wenn aber die Naturforscherversammlung in Halle stattfindet, dann möchte ich wünschen, von einer Ausstellung überhaupt abzusehen.

Herr Dr. Westphal: Die jährliche Veranstaltung einer Ausstellung hat ihre bedenkliche Seite. Es sollen möglichst nur neue Instrumente ausgestellt werden, und es sind nicht jedes Jahr so viel neue Sachen vorhanden. Indess hat in diesem Jahre die Betheiligung sowohl an dem Mechanikertage wie an der Abtheilung für Instrumentenkunde entschieden darunter gelitten, dass wir keine Ausstellung hatten. Ich möchte also für den Fall, dass die Naturforscherversammlung in Halle stattfindet, doch befürworten, auch dort eine Ausstellung zu veranstalten.

Herr Prof. Abbe: Ich stimme den Erwägungen des Herrn Dr. Westphal zwar vollkommen zu, da die Ausstellung in der That dem Mechanikertage indirekt zu statten kommen wird, wenn auch für eine solche Ausstellung die Mechaniker grosse Opfer bringen müssen. Gleichwohl scheint es mir für das nächste Jahr nicht zweckmässig, mit der Naturforscherversammlung in Halle, falls diese Stadt gewählt wird, eine Ausstellung zu verbinden, weil wir bedenken müssen, dass bei der elektrischen Ausstellung in Frankfurt viele Kräfte engagirt sind. Wenn die Naturforscherversammlung aber in Frankfurt abgehalten wird, dann sollte die Ausstellung im Sinne des Herrn Hartmann mit der elektrischen Ausstellung verbunden werden. Im anderen Falle sollte von der Veranstaltung einer Ausstellung unsererseits abgesehen werden.

Herr Hasslacher: In Frankfurt können wir den Herren im nächsten Jahre in der elektrischen Ausstellung etwas Ausserordentliches bieten. Wir würden uns sehr freuen, wenn der Mechanikertag im nächsten Jahre in Frankfurt stattfände, und ich möchte dies geradezu beantragen.

Es wird zur Abstimmung geschritten. Zunächst wird beschlossen, in keinem Falle mit der nächstjährigen Naturforscherversammlung eine besondere Ausstellung zu verbinden.

Der Vorsitzende: Wir haben streng genommen hierüber nicht zu entscheiden, sondern der Vorstand der Naturforscherversammlung ist es, welcher die Ausstellung veranstaltet, jedoch hat er sich im vorigen Jahr mit uns in Verbindung gesetzt und wird dies vermuthlich auch jetzt wieder thun.



Es folgt der Antrag des Herrn Hasslacher, den nächsten Mechanikertag in Frankfurt a. M. abzuhalten.

Herr Hartmann: Wenn es nicht eine Gepflogenheit von uns werden soll, an demselben Ort zu tagen, wo die Naturforscherversammlung stattfindet, so unterstütze ich den Antrag des Herrn Hasslacher gern.

Herr Handke: Ich würde es doch für besser halten, wenn wir bei unserem früheren Beschlusse blieben und dem Vorstande es überliessen, das Zweckmässigste zu erwägen.

Der Antrag des Herrn Hasslacher wird darauf angenommen.

Der Vorsitzende: Wir sind am Schlusse unserer Verhandlungen, wenn nicht noch Jemand etwas zur Sprache zu bringen hat.

Herr Bremer: Ich kann nicht unterlassen, für das freundliche Entgegenkommen, welches wir Gehilfen hier gefunden haben, unsern verbindlichsten Dank auszusprechen, und ich gebe die Versicherung, dass wir, soviel in unsern Kräften steht, thun werden, damit die hier getroffene Vereinbarung zur Geltung komme, im Interesse der Gehilfen sowohl, wie der Prinzipale. Ich ersuche Sie aber auch, dass Sie bei Ihren Kollegen dafür eintreten, dass diese Bestimmungen ausgeführt werden.

Der Vorsitzende: Ich danke Ihnen allen, besonders den Herrn Gehilfenvertretern für Ihre Thätigkeit, und ich glaube, ich kann diesen Dank wohl Namens des Vorstandes aussprechen. Ich bitte dann vor allen Dingen dahin zu wirken, dass die von uns gefassten Beschlüsse in den weitesten Kreisen der Mechaniker Anerkennung finden, und dass die Vereinigung, welche wir gründen wollen, eine möglichst weite Ausdehnung finde. Wir müssen zugestehen, dass die Zahl der Theilnehmer am Mechanikertage in diesem Jahre keine grosse ist, wir wollen aber hoffen, dass wir beim nächsten Mechanikertag vollzähliger zusammentreten werden. Dann erst wird der Mechanikertag wirklich eine Bedeutung für die Präzisionsmechanik haben. In diesem Sinne rufe ich Ihnen ein „fröhliches Wiedersehen" zu. Sodann möchte ich noch besonders der Bremer Ortskommission und namentlich den Herren Wessels, Dr. Bergholz und Dr. Schilling unseren Dank aussprechen für die freundliche Aufnahme und für die vielen Vorkehrungen, welche sie für uns hier getroffen haben. — Damit schliesse ich den zweiten deutschen Mechanikertag.

Berlin, im Oktober 1890.

Der Vorstand des zweiten deutschen Mechanikertages.

Dr. E. Abbe. H. Haensch. E. Hartmann. Dr. H. Krüss.
Dr. L. Loewenherz. L. Tesdorpf.
Vorsitzende.
Dr. J. Epstein. Dr. E. Brodhun. Dr. A. Westphal.
Schriftführer.

Anhang I.

I.

Lehrvertrag[1])

abgeschlossen zwischen

dem Mechaniker Herrn . . . . . . und Herrn . . . . . .

Zwischen dem Mechaniker Herrn . . . . . . und Herrn . . . . . . wurde heute nachstehender Lehrvertrag abgeschlossen:

§ 1.

Herr . . . . . . giebt seinen Sohn (Mündel) . . . . . geboren am . . . . . dem Mechaniker Herrn . . . . . behufs seiner Ausbildung in dem Gewerbe eines Mechanikers in die Lehre. Die Lehrzeit ist auf die Dauer von . . . Jahren festgesetzt; sie beginnt am . . . . . . und endigt, sofern nicht die in dem § 8 dieses Vertrages vorhergesehenen Fälle eintreten, mit dem . . . . . .

Der Lehrherr hat jedoch das Recht und die Pflicht, diesen Lehrvertrag innerhalb der ersten drei Monate wieder aufzuheben, wenn sich in dieser Zeit herausstellen sollte, dass der Lehrling für den Beruf des Mechanikers nicht geeignet ist.

§ 2.

Herr . . . . . . verpflichtet sich, während der Dauer der Lehrzeit für den Unterhalt seines Sohnes (Mündels), insbesondere für Wohnung, Beköstigung und anständige Bekleidung desselben zu sorgen. Sofern der Lehrling nicht im Hause seiner Anverwandten oder seines Vormundes untergebracht wird, verpflichtet sich Herr . . . . . für anderweitiges Unterkommen zu sorgen, wenn das für denselben beschaffte Unterkommen nach dem Ermessen des Lehrherrn für die moralische Erziehung des Lehrlings von nachtheiligem Einflusse ist.

§ 3.

Betreffs Zahlung von Lehrgeld bezw. Kostgeld wird Folgendes festgesetzt:

. . . .

§ 4.

Der Lehrherr verpflichtet sich, den Lehrling in allen wesentlichen Fertigkeiten des Mechanikers gehörig zu unterweisen oder von hierzu geeigneten Personen seiner Werkstatt unterweisen zu lassen, sowie ihm in der täglichen Beschäftigung Gelegenheit zu gehöriger Uebung dieser Fertigkeiten zu gewähren. Auch verspricht der Lehrherr, die sittliche Führung des Lehrlings während dessen Aufenthaltes in der Werkstatt zu überwachen, ihn mit Beschäftigungen, welche nicht zum Fache gehören, zu verschonen und seine Arbeitsleistung zu eigenem Nutzen nur insoweit sich dienen zu lassen, als solches mit dem Interesse der Ausbildung vereinbar ist.

§ 5.

Insoweit in . . . . . . oder für den dortigen Bezirk durch Beschluss der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik eine Orts- oder Bezirks-Kommission der Mechaniker errichtet und mit Ueberwachung der Lehrlinge betraut ist, verpflichtet sich der Lehrherr, hinsichtlich der Ausbildung des Lehrlings, sich der Kontrole dieser Kommission nach den von der D. G. f. M. u. O. aufgestellten Vorschriften zu unterwerfen.

Ueber die für das Lehrverhältniss festgesetzten Grundsätze ertheilen der Geschäftsführer der Gesellschaft oder das örtliche Einigungsamt Auskunft.

§ 6.

Der Lehrherr verpflichtet sich, nach Beendigung der Lehrzeit dem Lehrling ein Lehrzeugniss nach dem diesem Vertrag beigedruckten Entwurf auszustellen und die in diesem Entwurf vorgesehenen Angaben über Ausbildung und Leistungen des Lehrlings vollständig und gewissenhaft zu ertheilen.

§ 7.

Dagegen verpflichtet sich der Vater (Vormund) des Lehrlings für die moralische Führung desselben ausserhalb des Geschäfts Sorge zu tragen, ihn zur pünktlichen Innehaltung der vom Lehrherrn bestimmten Geschäftszeit, zur Treue und zum Gehorsam anzuhalten und allen hierauf bezüglichen Erinnerungen Abhilfe zu verschaffen.

---

[1]) Die durch den Mechanikertag beschlossenen Zusätze sind kursiv gedruckt.

Der Lehrling hat sich eines tadellosen Lebenswandels zu befleissigen, den Anordnungen des Lehrherrn, bezw. dessen Stellvertreters Folge zu leisten (§ 127 der Gewerbe-Ordnung), den Nutzen und Vortheil des Lehrherrn nach besten Kräften zu wahren, Schaden und Nachtheil zu verhindern und da, wo geschäftliche Rücksichten es erfordern, die strengste Verschwiegenheit zu beobachten.

§ 8.

Für allen durch den Lehrling dem Lehrherrn muthwillig verursachten Schaden hat der Vater (Vormund) aufzukommen; auch ist der Lehrherr berechtigt, Versäumnisse von zusammen mehr als drei Monaten, welche durch Krankheit oder andere Ursachen veranlasst worden sind, durch entsprechende Verlängerung der Lehrzeit auszugleichen.

Der Vater (Vormund) verpflichtet sich, an den Lehrherrn eine Entschädigung zu zahlen, wenn sein Sohn (Mündel) ohne Zustimmung des Lehrherrn und ohne gesetzlichen Grund *oder ohne schiedsrichterliches Urtheil der im § 5 vorgeschriebenen Kommission* die Lehre vor Ablauf der festgesetzten Zeit verlässt, und zwar soll die Entschädigung betragen: Für jede Woche, vom Tage des Verlassens der Lehre gerechnet, bis . . . . . . Mark, wenn das Aufgeben des Lehr-Verhältnisses im zweiten Lehrjahre; — für jede Woche, vom Tage des Verlassens der Lehre gerechnet, bis . . . . . Mark, wenn der Abbruch dieses Verhältnisses im dritten Lehrjahre; — und für jede Woche, vom Tage des Verlassens der Lehre gerechnet, wenn dies im vierten Lehrjahre geschieht, bis zur verabredet gewesenen Beendigung derselben . . . Mark. (§ 133 der Gewerbe-Ordnung.)

§ 9.

Der Vater (Vormund) erklärt sich damit einverstanden, dass der Lehrling die am Orte bestehende . . . . . (Fachschule, Gewerbeschule) . . . . . besuche, und der Lehrherr verspricht, den Lehrling zu regelmässigem Besuche dieses Unterrichts anzuhalten und ihm die hierzu nöthige Zeit von der Arbeit freizugeben.

§ 10.

Beide Parteien verpflichten sich, sobald in . . . . . . oder für den dortigen Bezirk durch Beschluss der D. G. f. M. u. O. eine Orts- oder Bezirks-Kommission der Mechaniker errichtet und mit schiedsrichterlichen Funktionen betraut ist, bei etwaigen aus dem Lehrlingsverhältniss sich ergebenden Streitigkeiten die Entscheidung dieser Kommission anzurufen und sich der Entscheidung derselben zu unterwerfen.

§ 11.

Dieser Vertrag ist in zwei Exemplaren ausgefertigt und von beiden Theilen zum Zeichen ihrer vollen Zustimmung eigenhändig unterschrieben worden. Die Kosten und den Stempel trägt Herr . . . . . .

Etwaige in diesem Vertrage nicht angeführte Bestimmungen sind als Anhang hier beizufügen und gleichfalls von beiden Theilen zu unterzeichnen.



Anhang II.

II.

Lehrzeugniss.

1) *Lehrzeit:* Der Mechaniker Herr . . . . hat in der Werkstatt des Unterzeichneten eine . . jährige Lehrzeit, vom . . . . bis . . . . auf Grund des von der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik aufgestellten Lehrvertrages bestanden und ist nach Beendigung dieser Lehrzeit noch bis . . . . . als Gehilfe in der Werkstätte beschäftigt gewesen.

2) *Art der Arbeit:* Seine Ausbildung hat derselbe erlangt an folgenden in der Werkstätte hauptsächlich betriebenen Arbeiten:

. . . .

3) *Fleiss und Führung:*

4) *Natürliche Begabung für den Beruf:*

5) *Erlangte Fertigkeiten:*

a) im Feilen:
b) im Drehen:
c) im Poliren und Lackiren:
d) im Passen:
e) im Löthen:
f) im Fräsen:
g) im Schmieden:
h) im Anfertigen und Zusammensetzen von Apparaten nach Zeichnung:

} Thunlichst genaue Bezeichnung des Grades der erlangten Geschicklichkeit in den einzelnen Verrichtungen.

6) *Gesammtleistung hinsichtlich der erlangten Gewandtheit mit Rücksicht auf die für eine Arbeit aufgewandte Zeit:*

7) *Angaben über etwaigen Besuch von fachlichen Unterrichtskursen:*

Inhaltsverzeichniss

zu den

Verhandlungen des zweiten deutschen Mechanikertages.

Seite.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.



Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

X. Jahrgang. **Dezember 1890.** Zwölftes Heft.

Die Konstruktion der elektrischen Normalwiderstände der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Von
Dr. **K. Feussner** in Charlottenburg.

(*Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.*)

II. Einzelwiderstände für kleinere Beträge.

Nachdem in dem ersten Abschnitt (*diese Zeitschr. 1890 S. 6*) die Normalwiderstände der Reichsanstalt für höhere Beträge bis zu 0,1 *Ohm* abwärts beschrieben worden sind, soll in diesem Artikel die Einrichtung der niedrigeren Einzelwiderstände auseinandergesetzt werden. Ausser zu Widerstandsmessungen finden diese Apparate namentlich noch als Abzweigungswiderstände zur Bestimmung von Stromstärken Anwendung. Zu diesem Zweck wird die Spannung an den Klemmen des Widerstandes gemessen, während der zu bestimmende Strom durch denselben hindurch geht. Man wählt den Widerstandsbetrag am besten so, dass die Klemmenspannung für alle Stromstärken die Grössenordnung von 1 *Volt* besitzt, und bestimmt sie durch Vergleichung mit derjenigen eines Normalelements. Die Wärme, welche in dem Widerstande entwickelt wird, ist bei der Messung kleiner Stromstärken immer gering, so dass für die höheren Widerstandsbeträge die früher beschriebenen Formen ohne Bedenken auch als Abzweigungswiderstände benutzt werden können. Bei der Messung grosser Stromstärken mittels Widerständen von kleinem Betrage steigt

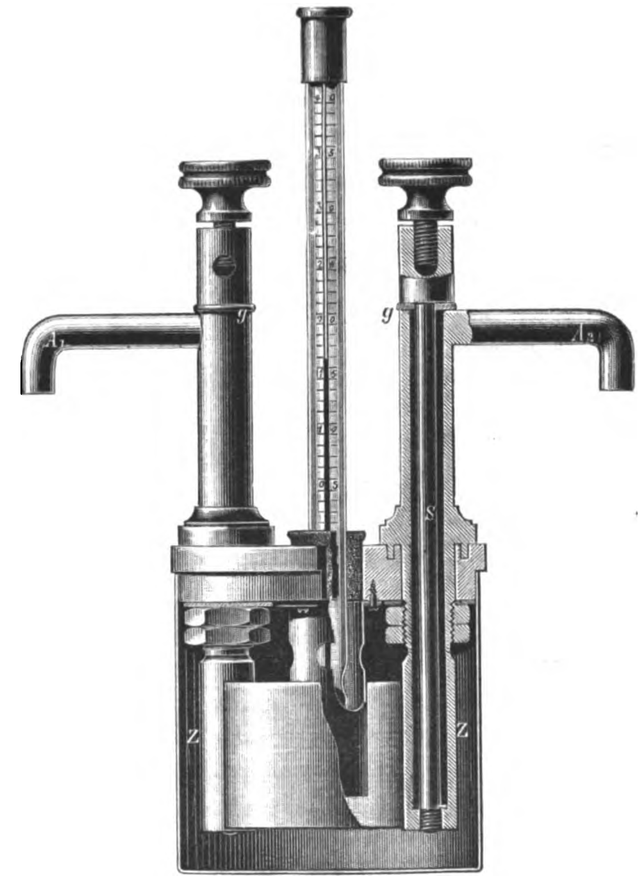


Fig. 1.

dagegen die entwickelte Wärme, sofern die Klemmenspannung in den genannten Grenzen verbleiben soll, zu recht erheblichen Beträgen an. Allzu starker Erhitzung des Apparates kann man dadurch vorbeugen, dass man mit noch kleinerem Widerstandsbetrage und noch niedrigerer Klemmenspannung, als oben angenommen wurde, arbeitet, oder auch dadurch, dass man für eine rasche und kräftige Kühlung des Widerstandes sorgt. Beide Wege erfordern eine Vergrösserung der äusseren Abmessungen des Apparates im Vergleich mit den früher beschriebenen

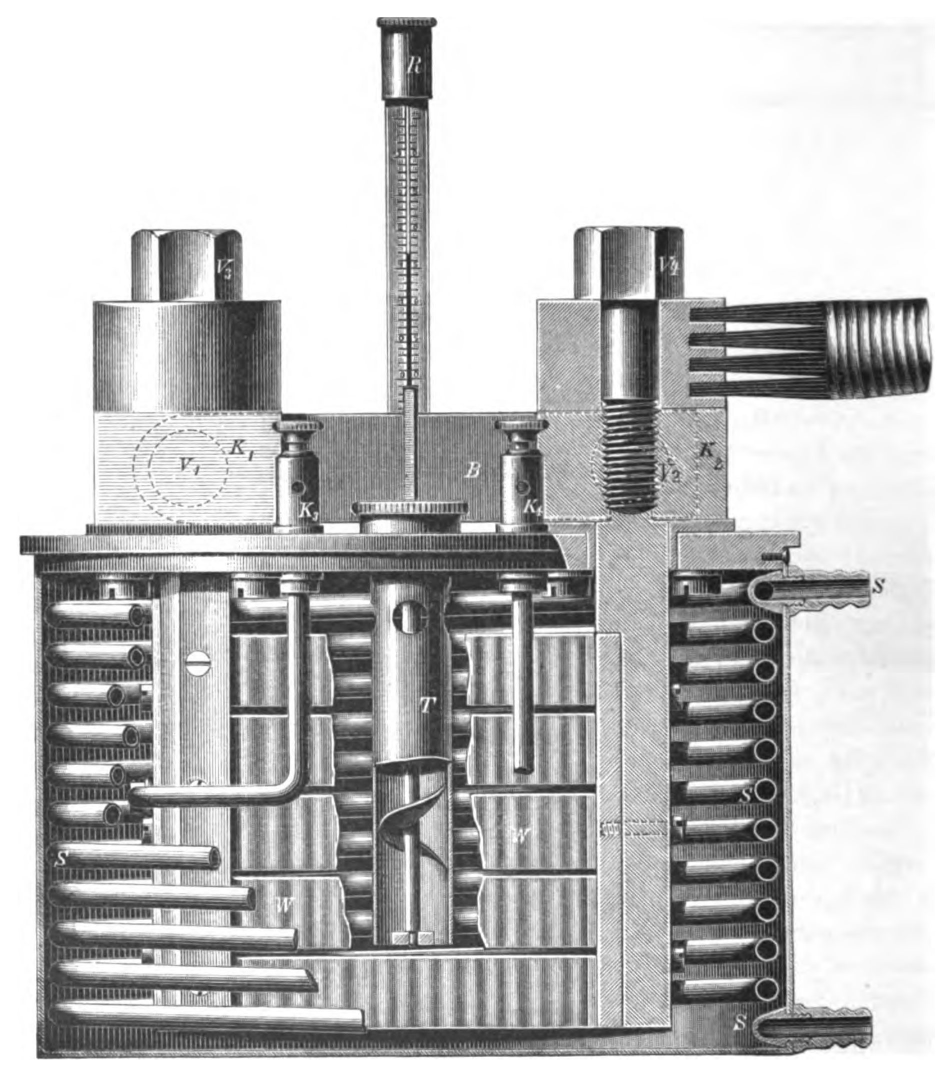


Fig. 2.

Einzelwiderständen. Aus diesem Grunde sind für die niedrigeren Messwiderstände zwei verschiedene Modelle aufgestellt worden: erstens Einzelwiderstände kleinerer Form, welche namentlich für Widerstandsvergleichung dienen und als Abzweigungswiderstände für Ströme bis etwa 100 *Ampere* gebraucht werden können, zweitens Einzelwiderstände grösserer Form mit Wasserkühlung für Messung von Stromstärken bis 1000 *Ampere* und darüber.

Die erstere Art ist in Konstruktion und Grösse den früher beschriebenen höheren Widerständen ähnlich. Das Verhältniss von Länge zum Querschnitt des

Leiters musste natürlich kleiner genommen werden. Darum sind zwei parallel geschaltete Blechstreifen an die Stelle des Drahtes getreten. Dieselben bestehen aus Mangankupfer oder Patentnickel, sind meist gewellt, mit den abnehmbaren Endstücken der Zuleitungen mit Silber-verlöthet und durch nachträglich eingebohrte Löcher auf den richtigen Werth abgestimmt.

Bei Patentnickel beträgt für einen Widerstand von

0,02	*Ohm*	die	Länge	jedes	Blechs	1,25	*cm*,	die	Breite	1	*cm*,	die	Dicke	0,01	*cm*,
0,01	„	„	„	„	„	12,5	„	„	„	2	„	„	„	0,01	„
0,005	„	„	„	„	„	12,5	„	„	„	4	„	„	„	0,01	„
0,002	„	„	„	„	„	10	„	„	„	4	„	„	„	0,02	„
0,001	„	„	„	„	„	10	„	„	„	4	„	„	„	0,04	„.

Bei Mangankupfer wird wegen des höheren spezifischen Widerstandes die Breite der Bleche um ein Drittel grösser genommen.

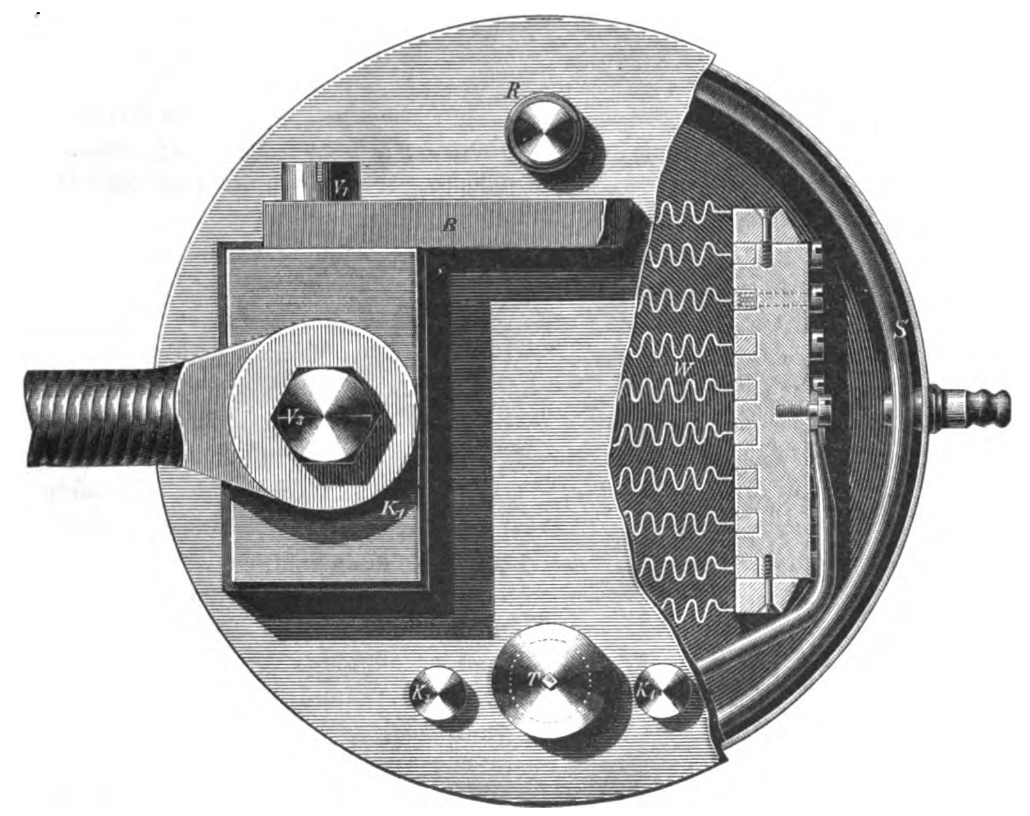


Fig. 3.

Der Widerstand der kupfernen Zuleitungen bedarf einer besonderen Berücksichtigung. Es ist in sehr vielen Fällen nicht möglich, diesen Theilen in ihrer ganzen Länge genau dieselbe Temperatur zu geben, welche die in das Oelbad eintauchenden Bleche besitzen; auch würde eine Bestimmung der Temperatur der Zuleitungen ausserordentliche Schwierigkeiten und Umstände verursachen. Daher muss man fordern, dass das Produkt aus dem Widerstande der Zuleitungen, dem Temperaturkoeffizienten ihres Materials und dem Temperaturunterschiede zwischen dem Bade und den Zuleitungen die bei der Messung zulässige Fehlergrenze nicht übersteigt. Nehmen wir nun die letztere zu einem Hunderttausendstel von dem Sollwerthe des Apparates und den Temperaturunterschied kleiner als 2,5° an, so

muss bei einem Temperaturkoeffizienten des Kupfers von 0,0038 der Widerstand der Zuleitungen kleiner als ein Tausendstel des Sollwerths sein. Durch eine Vergrösserung des Querschnitts der Zuleitungen lässt sich diese Forderung bei kleinen Widerständen nicht mehr erreichen. Dagegen kann man die Konstruktion so abändern, dass die in Rechnung zu setzende Länge der Zuleitungen sehr klein wird. Als Zuleitung geht in die Messung das Stück von der Abzweigstelle der Nebenleitungen der Thomson-Brücke oder des Differentialgalvanometers bis zur Löthstelle der Widerstandsbleche ein. Verlegt man nun diese Abzweigstellen in das Innere des starken Kupferstücks, an welches die Widerstandsbleche angelöthet sind, so ist die in Betracht kommende Länge sehr kurz, der Querschnitt gross und das ganze Stück mit dem Bade nahe auf gleicher Temperatur, so dass jeder störende Einfluss der Zuleitungen auf die Messung ausgeschlossen ist. Die Einzelheiten der Einrichtung sind aus Fig. 1 (a. S. 425) ersichtlich. Der Hauptstrom wird durch die gebogenen seitlichen Aeste A_1, A_2 zugeführt. Mit diesen hängt man die Büchse in zwei zu beiden Seiten des Oelbades erhöht aufgestellte Quecksilbernäpfe ein, wie dies früher beschrieben worden ist (vgl. *diese Zeitschr. 1890 S. 8*). Der absteigende Ast der Zuleitungen ist durchbohrt; oben ist, durch einen Hartgummiring *g* isolirt, eine Klemme für den Anschluss der Nebenleitungen aufgesetzt. Ein 4 *mm* starker Kupferstift *S* führt von der Klemme frei durch die Bohrung bis zur Mitte des Ansatzstückes *Z* hinab und ist mit diesem hier verschraubt und verlöthet.

Einzelwiderstände der grösseren Form für Strommessungen sind bis jetzt in den Beträgen von 0,001 und 0,0001 Ohm hergestellt worden. Fig. 2 und 3 (S. 426 u. 427) zeigen die letztere Grösse in Aufriss und Grundriss. Der Durchmesser der Büchse beträgt 200 *mm*, die Höhe 140 *mm*. Der Deckel ist aus Messing und die Klemmen sind isolirt eingesetzt. *B* ist eine Brücke aus starkem Kupfer, welche um die Schraube V_1 drehbar ist und hinter die Schraube V_2 mit einem Haken greift. Sie dient dazu, den Widerstand in den Pausen der Beobachtung kurz schliessen zu können. Die Widerstandsbleche *W* bestehen bei dem abgebildeten Apparate aus Patentnickel; sie sind in 10 Reihen zu je 5 Stück angeordnet. Jedes hat 12 *cm* Länge, 2 *cm* Breite, 0,04 *cm* Dicke und einen Widerstand von 0,005 *Ohm* Sie sind mit Silber an quadratische Kupferstangen gelöthet und diese mit den starken Zuleitungsstücken durch Schrauben und Löthung mit Wood'schem Metalle verbunden. Die ganze Büchse wird bis nahe unter den Deckel mit Erdöl gefüllt. Mittels einer kleinen Turbine *T* kann dasselbe in schnellen Umlauf versetzt werden. Durch ein Rohr *R* wird ein Thermometer eingeführt und durch die Kühlschlange *S* lässt man Wasser strömen, welches die entwickelte Wärme aus dem Apparate herausschafft. Die Kabel, welche den Hauptstrom zuführen, werden mit den starken Schrauben V_3 und V_4 an den Kontaktklötzen K_1 und K_2 befestigt. Für die Verbindung mit dem Spannungsmessapparate sind zwei besondere Klemmen K_3 und K_4 vorgesehen, welche an die Mitte des unteren Theils der Zuleitungsstücke angeschlossen sind und daher sehr nahe die mittlere Spannung der Enden der Widerstandsbleche besitzen. Die Abstimmung auf den richtigen Werth wird durch nachträgliches Einbohren kleiner Löcher in die Blechstreifen bewirkt.

Kleinere Messwiderstände als von 0,0001 *Ohm* sind bisher von der Reichsanstalt noch nicht hergestellt worden. Wollte man von einem solchen dieselbe relative Genauigkeit wie von den seither beschriebenen verlangen, so würde eine weitere erhebliche Vergrösserung der Abmessungen erforderlich werden.



Untersuchungen über die Temperaturkorrektion der Aneroide Vidi-Naudet'scher Konstruktion.

Von
H. F. Wiebe in Charlottenburg.

(*Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.*)

Seitens der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, welcher auch die Prüfung von Aneroiden, besonders solcher für Forschungsreisende obliegt, sind über die Temperaturkorrektion dieser Instrumente sowohl in Bezug auf Abhängigkeit vom Druck als auf die Veränderlichkeit mit der Zeit umfassende Untersuchungen eingeleitet worden, über deren Ergebnisse im Folgenden berichtet werden soll.

Unter Temperaturkorrektion wird derjenige Betrag verstanden, um welchen die Ablesung des Aneroides für 1° Temperaturunterschied zu vermehren oder zu vermindern ist.

Zur Ermittlung des Temperaturkoeffizienten bei gewöhnlichem Luftdruck wurden die Instrumente im Winter ins Freie gebracht, in der wärmeren Jahreszeit dagegen in einem passenden Gefäss mit fein geschabtem Eis umgeben, dessen abkühlender Wirkung sie mindestens zwei Stunden lang ausgesetzt blieben. Um die durch thermische Nachwirkungen etwa eintretenden Aenderungen der Standkorrektion auszuschliessen, wurden die Aneroide vor und nach der Abkühlung mit dem Quecksilberbarometer verglichen.

I. Abhängigkeit der Temperaturkorrektion vom Druck.

In der Regel wird der Temperaturkoeffizient nur bei natürlichem Luftdruck bestimmt und ohne Weiteres auch zur Reduktion der Angaben bei vermindertem Luftdruck angewandt. Dieses Verfahren ist aber für genauere Messungen unzulässig, da der Koeffizient mit dem Drucke veränderlich ist. Hierauf hat schon vor längerer Zeit Herr Major Hartl (*Zeitschr. f. Vermessungswesen 1882; diese Zeitschr. 1882 S. 191.*) hingewiesen. Der Genannte, dessen Versuche sich jedoch nur bis 650 *mm* abwärts erstreckten, fand bei einem Druckunterschied von 120 *mm* eine Verringerung des negativen Koeffizienten um 0,04 *mm* für je einen Grad.

Zur Bestimmung des Temperaturkoeffizienten bei vermindertem Luftdruck bringt man die Instrumente in einen geeigneten Behälter, der einerseits mit einem Quecksilberbarometer und andererseits mit einer Luftpumpe in Verbindung steht. Nach Erreichung des verminderten Druckes müssen die Aneroide mehrere Tage unter demselben verweilen und fortgesetzt mit dem Quecksilberbarometer verglichen werden, bis der Einfluss der elastischen Nachwirkung auf die Angaben vollständig verschwunden ist. Hiernach wird das Aneroid mit dem Quecksilberbarometer bei der jeweiligen Zimmertemperatur, dann bei niedriger Temperatur und schliesslich nochmals bei gewöhnlicher Temperatur verglichen. Es ist dabei zu beachten, dass durch die Abkühlung des Behälters der Druck der eingeschlossenen Luft vermindert wird und man daher, um durch die entstehende Standänderung nicht von Neuem durch elastische Nachwirkungen die Beobachtungen zu beeinflussen, langsam soviel Luft in den Apparat eintreten lassen muss, dass der Druck unverändert bleibt. Bei Wiederholung der ersten Vergleichung in Zimmertemperatur verfährt man natürlich umgekehrt, indem man den Druck der eingeschlossenen Luft durch Auspumpen um einen entsprechenden Betrag vermindert.

Auf diese Weise sind an je drei Aneroiden von O. Bohne in Berlin und von Naudet & Cie in Paris, sowie an einem Aneroid von Casella in London und



an zweien von Short & Mason ebendaselbst bei gewöhnlichem und bei vermindertem Luftdruck Bestimmungen des Temperaturkoeffizienten angestellt worden, die zu den in Tafel I. zusammengestellten Ergebnissen geführt haben. Die Beobachtungen sind, zum Theil unter meiner Mitwirkung, von Herrn P. Hebe ausgeführt worden.

Tafel I.

Temperaturkoeffizienten für verschiedene Drucke.

Angabe der Aneroide	Aneroide von Bohne			Aneroide von Naudet			Aneroid von Casella	Aneroide von Short & Mason	
	Nr. 1167	Nr. 1250 [1]	Nr. 1255 [1]	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 1280 [1]	Nr. 1330	Nr. 1331
	nicht kompensirt	kompensirt	kompensirt	nicht kompensirt	nicht kompensirt	kompensirt	kompensirt	kompensirt	kompensirt
mm	Temperaturkoeffizient in Millimetern für 1° C.								
775									+ 0,004
772				— 0,105		— 0,035			
768	+ 0,067	— 0,048	— 0,026						
766								— 0,072	
764					— 0,155				
762							— 0,063		
622									+ 0,053
616	+ 0,108						— 0,033		
607								— 0,027	
580		— 0,009	— 0,010						
572						+ 0,164			
561				— 0,011					
556	+ 0,130				— 0,114				
443		— 0,015	+ 0,042						
422									+ 0,084
403								+ 0,016	

Die Zahlen der vorstehenden Tafel lassen erkennen, dass bei allen Aneroiden, sowohl bei denjenigen, welche kompensirt sind, wie bei denjenigen, welche keine Kompensationsvorrichtung haben, der Temperaturkoeffizient mit abnehmendem Druck im positiven Sinne wächst. Die einzige Ausnahme bei Nr. 1250 in Drucken von 443 *mm* kann bei der Kleinheit der in Frage kommenden Beträge zunächst ausser Betracht bleiben und bedarf jedenfalls noch einer eingehenden Untersuchung. Im Uebrigen zeigen die Zahlen für die kompensirten Instrumente, dass die von den Verfertigern angebrachten Vorrichtungen zur Temperaturkompensation nicht ausreichen, um die Einwirkung der Temperatur für alle Drucke vollständig auszugleichen.[2]) Bis zu einem gewissen Grade ist die Ausgleichung bei den beiden Bohne'schen, sowie bei dem Casella'schen

[1]) Die beiden Aneroide von Bohne Nr. 1250 und 1255 sind von Herrn Dr. H. Meyer bei der Besteigung des Kilimandscharo benutzt worden. Casella Nr. 1280 wurde der Reichsanstalt von Herrn Dr. M. Wolf, Privatdozenten in Heidelberg, gütigst zur Verfügung gestellt; die übrigen Instrumente sind Eigenthum der Reichsanstalt.

[2]) Frühere Bestimmungen Seitens der Reichsanstalt ergaben für gewöhnlichen Luftdruck bei zwei Naudet'schen und einem Bohne'schen Aneroid genügende Kompensation des Temperatureinflusses, bei 4 englischen kompensirten Instrumenten dagegen Korrektionen von — 0,05 bis — 0,20 *mm* für 1 Grad Temperaturunterschied. Vergl. Wiebe, Vergleichende Prüfung mehrerer Aneroidbarometer, Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1890 Bd. XXV.

Instrument gelungen; während das Naudet'sche Instrument Nr. 3 für gewöhnlichen Luftdruck ziemlich gut kompensirt erscheint, erfordert es dagegen bei 572 *mm* bereits eine um 0,2 *mm* grössere Korrektion für 1 Grad Temperaturunterschied.

Es muss hiernach als durchaus geboten bezeichnet werden, dass bei der Prüfung von Aneroiden die Bestimmung des Temperaturkoeffizienten sich nicht auf die Ermittlung bei gewöhnlichem Luftdruck beschränkt, sondern vielmehr auf das ganze zum Gebrauch bestimmte Druckintervall erstreckt. In welchen Abständen die Bestimmung des Temperaturkoeffizienten stattzufinden hat, wird noch durch weitere Untersuchungen festzustellen sein.

Zunächst kann angenommen werden, dass für Drucke bis etwa 550 *mm* abwärts die Aenderungen des Temperaturkoeffizienten den Aenderungen des Luftdrucks proportional sind. Es hat demnach die Formel für die Temperaturkorrektion nicht, wie gewöhnlich angenommen wird, $a\,t$, sondern $[a + b\ (760 - A)]\,t$ zu lauten, worin A die Ablesung am Aneroid, t die Temperatur und a und b Konstanten bedeuten, welche durch Vergleichung mit dem Quecksilberbarometer bei verschiedenen Drucken zu bestimmen sind. b ist stets positiv und hat bei den in Tafel I aufgeführten Aneroiden folgende Grössen:

Aneroid		b
Bohne	1167	+ 0,00030
„	1250	+ 0,00021
„	1255	+ 0,00009
Naudet	1	+ 0,00046
„	2	+ 0,00014
„	3	+ 0,00101
Casella	1280	+ 0,00021
Short & Mason	1330	+ 0,00022
„	1331	+ 0,00029

Wie man sieht, schwanken die Werthe für b ziemlich, bewegen sich aber meistens zwischen 0,0002 und 0,0003. Immerhin mag es vorläufig in Fällen, wo eine Bestimmung des Temperaturkoeffizienten bei Unterdruck nicht vorliegt, gestattet sein, den Mittelwerth aus obigen Zahlen zur Berechnung der Temperaturkorrektion bei verschiedenen Drucken anzuwenden. Derselbe beträgt + 0,00033.

II. Veränderlichkeit der Temperaturkorrektion mit der Zeit.

Auf die Veränderung der Temperaturkorrektion mit der Zeit haben verschiedene Beobachter aufmerksam gemacht.

Herr Prof. Jordan beobachtete bei dem Aneroid Naudet 39305 ein Gleichbleiben des Temperaturkoeffizienten von 1872 bis 1882, 6 Jahre später dagegen erreichte der Koeffizient nur noch die Hälfte seines früheren Werthes.[1])

Ferner untersuchte Herr Major Hartl[2]) die Aenderungen, welche die Temperaturkoeffizienten im Laufe der Zeit erfahren. Es lagen für 45 Naudet'sche Aneroide Beobachtungen von 2 bis 6 Jahren vor. Bei allen untersuchten Instrumenten ergab sich der Temperaturkoeffizient als negativ, in 17 Fällen unter 45 war eine merkliche Aenderung des Koeffizienten im Laufe der Zeit nicht eingetreten, in 24 Fällen hatte eine Abnahme desselben von 0,02 bis 0,04 *mm*, im

[1]) Jordan, Handbuch für Vermessungskunde.

[2]) Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie Band X. S. 171.

Mittel von 0,023 *mm*, stattgefunden und in 4 Fällen eine Zunahme desselben von 0,02 bis 0,07 *mm*.

Auch Herr Prof. Koppe hat unzweifelhaft nachgewiesen, dass eine Aenderung des Temperaturkoeffizienten mit der Zeit eintreten kann. Er giebt in *dieser Zeitschrift 1888 S. 423* eine graphische Darstellung der im Laufe von 7 Jahren an drei Goldschmid'schen Aneroiden durch Beobachtung gefundenen Temperaturkorrektionen, woraus hervorgeht, dass bei zwei der untersuchten Instrumente im Laufe der Zeit eine starke Vergrösserung derselben eingetreten ist.

Die von der Reichsanstalt an 7 Aneroiden ausgeführten Untersuchungen erstrecken sich auf einen Zeitraum von $2^1/_2$ Jahren und lassen daher ganz sichere Schlüsse noch nicht zu; immerhin scheint aber auch aus diesen Untersuchungen hervorzugehen, dass nicht bei allen Instrumenten eine hinreichende Konstanz des Temperaturkoeffizienten zu verbürgen ist. Die nachfolgende Tafel enthält die Bestimmungen, welche mit Hilfe der oben angegebenen Werthe für b auf 760 *mm* reduzirt und zu Jahresmitteln zusammengefasst sind.

Tafel II.

Jahresmittel der Temperaturkoeffizienten für 760 *mm* Luftdruck.

	Bohne			Naudet			Short & Mason
Jahr	Nr. 1099	Nr. 1100	Nr. 1167	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 1331
1888	− 0,182	− 0,151		− 0,075	− 0,117	− 0,006	
1889	− 0,177	− 0,143	+ 0,062	− 0,075	− 0,112	− 0,012	+ 0,018
1890	− 0,179	− 0,142	+ 0,067	− 0,104	− 0,147	− 0,026	+ 0,008

Die Werthe aus einzelnen Jahren sind fast durchweg Mittel aus mehreren Bestimmungen und lassen trotz mancher Unregelmässigkeiten erkennen, dass die Bohne'schen Instrumente und das englische Aneroid Nr. 1331 im Grossen und Ganzen erhebliche Aenderungen des Temperaturkoeffizienten nicht erlitten haben. Bei den drei französischen Instrumenten dagegen scheint innerhalb des Zeitraums von $2^1/_2$ Jahren eine Zunahme des negativen Temperaturkoeffizienten von 0,029, 0,030 bezw. 0,020 *mm* stattgefunden zu haben.

Da die Nichtberücksichtigung derartiger Aenderungen bei der Reduktion der Aneroidangaben auf Normaltemperatur für einen Temperaturunterschied von 20 Grad bereits Unsicherheiten von 0,5 *mm* bedingen kann, so muss zur Vermeidung derselben von Zeit zu Zeit eine Neubestimmung des Temperaturkoeffizienten vorgenommen werden. Die Aenderung desselben wird hauptsächlich in der ersten Zeit nach der Anfertigung der Aneroide eintreten und soll nach dem Vorschlage des Herrn Prof. Koppe durch vorgängiges andauerndes Erwärmen der Instrumente auf 100 Grad sich erheblich einschränken lassen.

Als eine nothwendige Forderung für den Gebrauch der Aneroide ergiebt sich aber aus den hier mitgetheilten Untersuchungen, dass jedes Instrument zur Bestimmung seiner Temperatur und Temperaturkorrektion mit einem Thermometer zu versehen ist, was bei englischen und französischen Aneroiden, soweit mir solche zu Gesicht gekommen sind, meistens nicht der Fall ist. Dieser Forderung muss auch dann genügt werden, wenn das Instrument eine Vorrichtung zur Ausgleichung des Temperatureinflusses hat, da dieselbe, wie oben dargethan worden ist, in der Regel unvollkommen wirkt. Bei der Anbringung eines Thermometers sollte man darauf Bedacht nehmen, dass das Quecksilbergefäss desselben sich nicht oberhalb

der Skale befindet, sondern vielmehr stets nach dem Innern, am besten bis zur halben Höhe des Instrumentes zu gebogen ist, um die direkte Einwirkung der strahlenden Wärme auszuschliessen.

Bei der Anfertigung von Aneroiden sollte künftig aber auch Alles geschehen, um die Vorrichtungen für Temperaturkompensation noch sorgfältiger als bisher zu gestalten. Charlottenburg, im Oktober 1890.

Die amerikanische Torsionswaage.

Von
Professor **W. Dittmar** aus Glasgow.

Von der Redaktion des bei Longmans & Co demnächst erscheinenden *Dictionary of Chemical Technology* war mir die Bearbeitung des Artikels *Balance* übertragen worden. Dies hat mich veranlasst, die in der Ueberschrift bezeichnete Waage etwas näher zu studiren, und da das Instrument, soviel ich weiss, bis jetzt in Deutschland kaum bekannt geworden ist, so hoffe ich, durch eine kurze Mittheilung über dasselbe den Lesern dieser Zeitschrift einen Dienst zu erweisen.

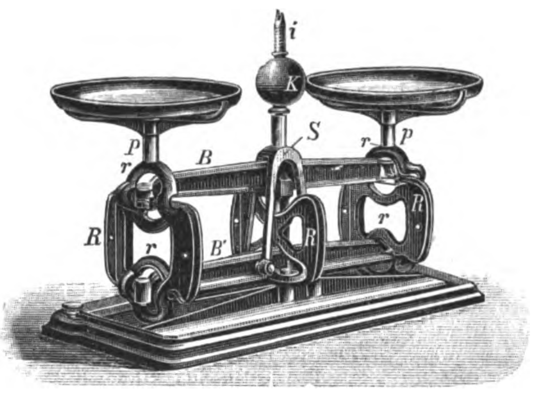


Fig. 1.

Die von Dr. Springer vor einigen Jahren konstruirte *Torsion-Balance* ist im Wesentlichen eine doppeltbalkige (Roberval'sche) Waage, bei welcher die sämmtlichen Axen, statt wie gewöhnlich in Schneiden und Pfannen oder Angeln, in mit den betreffenden Theilen fest verbundenen horizontalen Stahlbändern (Uhrfedern) hängen. Hierdurch ist die bei der gewöhnlichen Waage so störende Reibung ganz und gar eliminirt, was jedenfalls ein grosser Vortheil ist. Freilich tritt ein anderer todter Widerstand an die Stelle der Reibung, nämlich die unvermeidliche Viskosität der Stahlbänder, aber diese hat wenigstens einen relativ konstanten Werth in dem Sinne, dass sich dieser nicht in Folge von Zufälligkeiten in unstetiger Weise ändert. Die Torsionswaage wird von der *United States Torsion Balance and Scale Company* in New-York in zahlreichen Formen angefertigt und in den Handel gebracht.

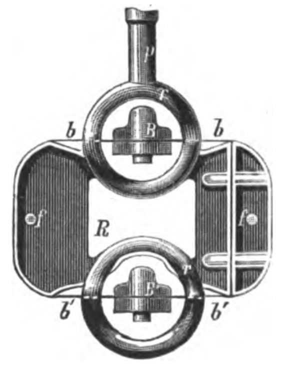


Fig. 2.

Von den vielen Formen will ich auf die nebenstehend dargestellte näher eingehen. Bei derselben besteht das Balkenparallelogramm aus zwei horizontalen Balken B, B' mit I-förmigem Querschnitt, welche mit drei vertikalen Rahmen R durch je zwei horizontale Stahlbänder b, b' (Figur 2) vereinigt sind. Der mittlere Rahmen ist mit der Fussplatte fest verbunden und bildet, zusammen mit dieser, das Stativ. Das Parallelogramm ist in einem in der Zeichnung fehlenden Kasten aus starkem Spiegelglas eingeschlossen, durch dessen Deckel die vertikalen Stangen p hindurchgehen, welche die Schalen tragen. Der Deckel trägt einen ∩-förmigen Bogen aus Metallrohr, an dem oben eine horizontal stehende viereckige Elfenbeinplatte hängt, welche vorn und hinten gra-

duirt ist und innerhalb der zwei Zinken, in welche der oben meisselförmig zugeschärfte Index i endigt, liegt, so dass man von beiden Seiten aus ablesen kann. Die einander ganz ähnlichen Balken sind, von Endaxe zu Endaxe gemessen, 290 *mm* lang; die Stahlbänder sind 5,6 *mm* breit und 0,49 *mm* dick; bei jedem Bandstück ist die freiliegende Länge 58 *mm*, 29 *mm* auf jeder Seite des betreffenden Balkens. Das mittlere Band liegt etwa 2 *mm* unterhalb der Ebene der beiden Endbänder. (Am oberen Balken gemessen; beim unteren war eine genaue Abmessung nicht ausführbar.) Die Stahlbänder, welche die Ringe r diametral durchschneiden, $b\,b$ oben und $b'\,b'$ unten, sind mit den unteren Kanten der betreffenden Balken B durch angeschraubte Klötze fest vereinigt. Die beiden Bandstücke $b\,b$ und $b'\,b'$ sind Theile eines Bandes, dessen Enden in B oder B' sich begegnen, und welchem man dadurch die nöthige starke Spannung giebt, dass man in die Löcher $f\,f$ Stahlstifte einsteckt, und diese dann mittels eines geeigneten Schraubstocks seitlich von einander entfernt. Der dadurch auf der rechten Seite entstehende Spalt wird durch eingeschobene Metallplatten permanent gemacht.

Bei dem mittleren Rahmen fällt der obere Ring weg, um für einen an den unteren Balken angeschraubten Stuhl S Platz zu machen, welcher den oberen Balken frei durchlässt und oben den bereits erwähnten Index i trägt. Der untere Theil dieses Index ist ein starker mit einem Gewinde versehener Stift, welcher einen schweren Knopf K trägt.

Die diesem Knopf angewiesene Funktion ist leicht zu erkennen: Die Torsionselastizität der sechs Stahlbänder würde dem Balkensystem selbst dann eine bestimmte Gleichgewichtsform und Lage anweisen, wenn die beiden Zentralbänder durch die Schwerpunkte der betreffenden Balken gingen, aber die Stabilität dieser Stellung wäre eine übergrosse; die Waage könnte nur einen geringen Grad von Empfindlichkeit besitzen. Der schwere Knopf hebt den Schwerpunkt des unteren Balkens in solchem Maasse, dass die Stabilität der Gleichgewichtsform auf das eben genügende Minimum herabgestimmt wird.

Für den praktischen Gebrauch wird man natürlich den Knopf so stellen, dass die Waage, selbst bei der höchsten in Aussicht genommenen Belastung noch konstante Angaben macht. Wenn man, diese Regel befolgend, zu Wägungsversuchen übergeht, so ist die Regelmässigkeit bemerkenswerth, mit welcher die Waage um ihre Gleichgewichtslage schwingt. Die gewöhnliche Roberval'sche Waage schwingt eigentlich gar nicht: entweder steht sie im Gleichgewicht, oder eine der beiden Seiten geht herunter. Die amerikanische Torsionswaage schwingt wie ein Präzisionsinstrument; die aus einer Reihe von auf einander folgenden Paaren von Ausschlägen berechneten Werthe des Ausschlagwinkels sind sehr konstant, und die Waage kommt erst nach langem Schwingen zum Stillstand.

Um den mit der Waage bei Anwendung der Substitutionsmethode erreichbaren Genauigkeitsgrad zu bestimmen, wurde der Schwerpunkt so gestellt, dass die Waage noch bei 2 *kg* Belastung (P) konstante Angaben machte, und dann der Ausschlag ($2a$) nach der Schwingungsmethode für die Uebergewichte $\triangle$ bei $P = O$ und $P = 2\,kg$ bestimmt. Man fand:

1. Für $P = O$.

Versuch:	I	II	III	IV
$\triangle =$	0	0,1	0,2	0,4 *g*
$2a =$	+ 1,0°	2,1°	3,6°	6,6°
$\frac{\triangle}{2a = 1} =$	. . . .	90	77	71 *mg*

2. Bei $P = 2\,kg$

Versuch:	I	II	III	IV	V
Δ =	0	0,1	0,2	0,3	0 g
$2a$ =	+0,6°	1,6°	3,0°	3,7°	+1,6°
Δ =		100	83	97 mg	
$2a$ = 0,6					

Merkwürdiger Weise nimmt wenigstens für $P = 0$ der Ausschlag etwas rascher zu als das Uebergewicht. Den für ein Uebergewicht von 0,1 g direkt gefundenen Ausschlag als Norm annehmend, sehen wir, dass sowohl in der unbelasteten Waage als bei 2 kg Belastung die Zulage von 0,1 g die Waage veranlasst, von (beispielsweise) 0° und 1° hin- und herzuschwingen. Die in einer Reihe von Schwingungen von mir beobachtete Inkonstanz von $2a$ beträgt kaum $\pm 0{,}2°$; also wäre der Wägungsfehler etwa $\pm$ 0,02 g, selbst bei 2 kg Belastung; aber unglücklicherweise änderte sich im Verlauf der Versuche II, III und IV (bei $P = 2\,kg$) die Gleichgewichtsstellung der Waage um einen ganzen Grad, entsprechend einem Gewichtsfehler von 0,1 g.

Eine etwas grössere Veränderung bemerkte ich im Verlauf einer länger dauernden Versuchsreihe mit Belastungen bis zu 5 kg. Bei Gelegenheit der letzteren bemerkte ich auch, dass die Angabe der Waage keineswegs unabhängig ist von der Stellung der Belastungen. Die Waage war mit einem 5 kg-Stück in jeder Schale in's Gleichgewicht gebracht worden. Als ich jetzt das rechts liegende Stück vom Zentrum der Schale hart an den rechten Rand derselben hinschob, ging diese Seite herunter und es mussten auf der anderen 2 g aufgelegt werden, um den Zeiger wieder auf 0° zu bringen. Eine ähnliche Verschiebung der linken Belastung brachte eine ähnliche, aber geringere Wirkung hervor.

Wie weit diese Unzulänglichkeiten der mangelhaften Ausführung des untersuchten Instrumentes zur Last fallen, kann ich nicht sagen.

Jedenfalls stellt die Springer'sche Waage eine sehr interessante Konstruktion dar und übertrifft die gewöhnliche Roberval'sche Waage an Leistungsfähigkeit, wenn sie auch einer gewöhnlichen Tarirwaage bei Weitem nicht gleichkommt.

Weitere Vergleichungen von Quecksilberthermometern aus verschiedenen Glasarten zwischen 0° und 100°.

Von

H. F. Wiebe in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Bei dem im Oktober 1887 erfolgten Uebergang der thermometrischen Prüfungsarbeiten von der Normal-Aichungs-Kommission auf die zweite Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt wurden von der letzteren zwei Normalthermometer übernommen, welche durch ausführliche Vergleichungen an das aus thüringer Glas verfertigte Haupt-Normal Nr. 101 der N.-A.-K. angeschlossen waren.[1]) Die Thermometer, welche die Nummern 20 und 115 tragen, waren hinsichtlich des Kalibers, der Theilung sowie des Gradwerthes genau untersucht; Nr. 20 ist aus thüringer Glas verfertigt und in 0,2° getheilt, während Nr. 115

---

[1]) Ueber die Beziehungen dieses Thermometers zum Gasthermometer, vergleiche *Metronomische Beiträge Nr. 3*, herausgegeben von der N.-A.-K., ferner *diese Zeitschrift 1888 S. 27 und 1890 S. 16.*



aus englischem Krystallglas[1]) hergestellt ist und eine Theilung nach 0,5° hat. Für beide Thermometer waren auch auf Grund von Vergleichungen mit Nr. 101 von Herrn Prof. Dr. Pernet die Beziehungen zum Wasserstoffthermometer hergeleitet worden.

Ausser diesen Thermometern wurden für die Reichsanstalt noch eine Anzahl in 0,1° getheilte Normalthermometer aus Jenaer Glas von Herrn R. Fuess in Berlin beschafft. Später trat dann noch das von Herrn Tonnelot in Paris verfertigte Stabthermometer Nr. 4635 dazu, welches in Breteuil an das Wasserstoffthermometer angeschlossen war.

Die Normalthermometer aus Jenaer Glas wurden gleichfalls genau untersucht. Zur Ermittlung ihrer Kaliberfehler wurden zwischen 0 und 100° durch eine vollständige Kalibrirung fünf Hauptpunkte und innerhalb der Unterabtheilungen wieder durch eine vollständige Kalibrirung die Punkte von 5 zu 5° bestimmt. Eine Bestimmung der Theilungsfehler konnte unterbleiben, da die Thermometer mit gleichmässigen Theilungen versehen sind und nach früheren Erfahrungen die zufälligen Fehler von Theilungen dieser Art auf höchstens 0,003° veranschlagt werden können. Ferner wurden die Fundamentalabstände der Thermometer mehrfach ermittelt und sodann unter Berücksichtigung der jeweiligen Eispunkte in der üblichen Weise die Korrektionen der Thermometer abgeleitet.

Drei der solchermaassen bestimmten Normalthermometer, welche mit den Nummern 245, 246 bezw. 247 bezeichnet sind, wurden nun in mehreren ausgedehnten Reihen unter sich, sowie mit den genannten beiden von der N.-A.-K. übernommenen Normalthermometern verglichen. Bevor die Ergebnisse dieser Vergleichungen mitgetheilt werden, sei kurz über die Art der Prüfungen berichtet.

Dieselbe geschah zwischen + 5 und + 55° in einem Wasserbade, in welches die Thermometer stets bis über das Ende des Quecksilberfadens eintauchten. Für höhere Temperaturen bis 96° wurde der in *dies. Zeitschr. 1890 S. 37* beschriebene Siedeapparat benutzt. Ausser mehreren einheitlichen Flüssigkeiten wurden noch Gemische homologer Alkohole als Siedeflüssigkeiten verwendet, wodurch es gelang, eine grosse Anzahl Bäder zu erhalten, welche vollständig oder nahezu konstante Temperaturen lieferten.[2]) In der folgenden Tafel sind die von C. A. F. Kahlbaum in Berlin bezogenen Flüssigkeiten sowie die daraus hergestellten Gemische mit den auf 760 *mm* Quecksilberdruck bezogenen Siedepunkten, auf 0,1° abgerundet, zusammengestellt.

Flüssigkeit	Siedepunkt in Graden des Luftthermometers
Chloroform	60,6°
Methylalkohol	64,5
1 Methylalkohol + 1 Aethylalkohol	69,8
3 Methylalkohol + 7 Aethylalkohol	72,4
Aethylalkohol	78,1
Benzol	79,9
16 Aethylalkohol + 3 Propylalkohol	79,8
7 Aethylalkohol + 4 Propylalkohol	82,2
Isobutylbromid	87,4
1 Aethylalkohol + 8 Propylalkohol	91,5
Propylalkohol	96,0

[1]) Die Zusammensetzung dieses Glases ist nach den von Herrn Dr. Schott in Jena angestellten Ermittlungen folgende: Kieselsäure 49,49, Bleioxyd 33,90, Kali 12,26, Natron 1,54, Kalk 1,20, Magnesia 0,67, Thonerde und Eisenoxyd 0,35, Manganoxyd 0,13.

[2]) Ueber die bei diesen Vergleichungen beobachteten Eispunktsdepressionen für die Thermometer aus verschiedenen Glassorten hat Herr Böttcher ausführlich in *dieser Zeitschrift 1888 S. 409* berichtet.



Tafel I.

Vergleichung der Thermometer Nr. 245, 246 und 247 aus Jenaer Glas unter einander.

Temperatur	Halber Unterschied zwischen den Angaben der Thermometer Nr. 246 und Nr. 247	
	1. Reihe. April 1888	2. Reihe. August 1888
5	0,002	0,001
10	0,000	0,001
15	0,003	0,000
20	0,004	0,006
25	0,004	0,003
30	0,001	0,004
35	0,000	0,005
40	0,004	
45	0,002	
50	0,001	
55	0,005	
61	0,001	
65	0,001	
78	0,003	
80	0,001	
97	0,004	

Temperatur	3. Reihe. September 1888				4. Reihe. April 1889			
	Abweichungen vom Mittel			Mittlere Abweichung	Abweichungen vom Mittel			Mittlere Abweichung
	Thermometer				Thermometer			
	Nr. 245	Nr. 246	Nr. 247		Nr. 245	Nr. 246	Nr. 247	
5	+ 0,006	+ 0,001	− 0,007	± 0,005	+ 0,002	− 0,003	+ 0,002	± 0,002
10	+ 0,006	+ 0,001	− 0,006	0,004	+ 0,003	− 0,007	+ 0,005	0,005
15	+ 0,004	− 0,003	− 0,001	0,003	+ 0,004	− 0,005	0,000	0,003
20	+ 0,005	− 0,004	− 0,001	0,003	+ 0,003	− 0,005	+ 0,003	0,004
25	+ 0,002	− 0,005	+ 0,002	0,003	+ 0,006	− 0,008	+ 0,002	0,005
30	+ 0,008	− 0,007	− 0,001	0,005	+ 0,005	− 0,006	+ 0,001	0,004
35	+ 0,001	− 0,002	+ 0,001	0,001	+ 0,001	− 0,009	+ 0,007	0,006
40	+ 0,002	− 0,002	0,000	0,001	+ 0,005	− 0,004	− 0,002	0,004
45	+ 0,002	0,000	− 0,002	0,001	0,000	− 0,002	+ 0,002	0,001
50	+ 0,006	− 0,001	− 0,005	0,004	+ 0,003	0,000	− 0,004	0,002
55	+ 0,001	0,000	− 0,001	0,001	+ 0,007	+ 0,002	− 0,009	0,006
61	− 0,004	+ 0,003	+ 0,001	0,003	− 0,009	+ 0,007	+ 0,002	0,006
65	− 0,009	+ 0,008	+ 0,001	0,006				
69					− 0,006	+ 0,001	+ 0,004	0,004
73	− 0,004	+ 0,008	− 0,004	0,005				
78	− 0,009	+ 0,002	+ 0,007	0,006	− 0,004	− 0,007	+ 0,011	0,007
82	− 0,008	+ 0,006	+ 0,002	0,005				
92	− 0,004	+ 0,001	+ 0,003	0,003	− 0,009	− 0,010	+ 0,019	0,013
96					− 0,015	+ 0,007	+ 0,007	0,010

Die Vergleichung der Thermometer aus Jenaer Glas unter sich ist nun in vier gesonderten Reihen zwischen 0 und 100° ausgeführt worden und hat, nachdem die Angaben der Thermometer wegen Kaliber, Gradwerth sowie Eispunkt entsprechend berichtigt waren, innerhalb ± 0,01° vollständige Uebereinstimmung der Angaben ergeben, wie aus obigen Zusammenstellungen der Abweichungen der einzelnen Thermometer vom Mittel aller verglichenen Thermometer hervorgeht.

Die Abweichungen sind meist sehr klein und bleiben innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler; nur dreimal unter 131 Fällen wird 0,01° überschritten und zwar bei 78, 92 und 96°, also bei Temperaturen, wo die Vergleichungen ohnedies unsicherer sind und ausserdem durch die etwas willkürliche Interpolation der von 5 zu 5° ermittelten Kaliberfehler beeinflusst werden. Es muss noch bemerkt werden, dass sämmtliche Ablesungen mit der Lupe gemacht wurden, so dass eine grössere Genauigkeit als die erreichte nicht zu erwarten war.

Da die Abweichungen der einzelnen Thermometer einen scharf ausgesprochenen Gang nicht zeigen, so kann aus den mitgetheilten Zahlen auf eine Uebereinstimmung der Thermometer aus Jenaer Glas unter sich zwischen 0 und 100° geschlossen werden. Diese Wahrnehmung ist als eine Ergänzung der in *d. Zeitschr. 1890 S. 254* nachgewiesenen Uebereinstimmung der Thermometer aus Jenaer Glas zwischen 100 und 300° zu betrachten. Die Abweichungen geben auch einen Maassstab für die bei derartigen thermometrischen Arbeiten zu erwartende Genauigkeit; berechnet man aus den Abweichungen den wahrscheinlichen Fehler einer einzelnen Bestimmung, so ergiebt sich für denselben

bei der 1. Reihe ± 0,003°
„ „ 2. „ ± 0,002°
„ „ 3. „ ± 0,003°
„ „ 4. „ ± 0,004°
oder im Mittel nur ± 0,003°.

Tafel II.

Beziehung des Thermometers Nr. 20 aus thüringer Glas zum Luftthermometer auf Grund der Vergleichung desselben mit den Thermometern Nr. 245, 246 und 247 aus Jenaer Glas. (April bis September 1888.)

Temperatur	J — Nr. 20	L — J	L — Nr. 20	Beob. — Rechn. *)
5	— 0,014	— 0,027	— 0,041	+ 0,003
10	— 0,028	— 0,049	— 0,077	+ 0,002
15	— 0,046	— 0,068	— 0,114	— 0,006
20	— 0,039	— 0,083	— 0,122	+ 0,005
25	— 0,048	— 0,095	— 0,143	— 0,001
30	— 0,050	— 0,103	— 0,153	0,000
35	— 0,050	— 0,108	— 0,158	0,000
40	— 0,039	— 0,110	— 0,149	+ 0,009
45	— 0,046	— 0,110	— 0,156	— 0,001
50	— 0,038	— 0,107	— 0,145	+ 0,003
55	— 0,032	— 0,103	— 0,135	+ 0,003
61	— 0,036	— 0,095	— 0,131	— 0,008
65	— 0,033	— 0,088	— 0,121	— 0,009
73	— 0,034	— 0,072	— 0,106	— 0,019
78	— 0,011	— 0,060	— 0,071	— 0,003
80	— 0,008	— 0,054	— 0,062	0,000
82	— 0,010	— 0,049	— 0,059	— 0,005
88	+ 0,020	— 0,034	— 0,014	+ 0,020
92	+ 0,025	— 0,023	+ 0,002	+ 0,026
96	+ 0,015	— 0,010	+ 0,005	+ 0,014

Tafel III.

Beziehung des Thermometers Nr. 115 aus englischem Krystallglas zum Luftthermometer auf Grund der Vergleichung desselben mit den Thermometern Nr. 245, 246 und 247 aus Jenaer Glas. (August und September 1888.)

Temperatur	J — Nr. 115	L — J	L — Nr. 115	Beob. — Rechn. *)
5	+ 0,050	— 0,027	+ 0,023	+ 0,024
10	+ 0,069	— 0,049	+ 0,020	+ 0,020
15	+ 0,069	— 0,068	+ 0,001	— 0,004
20	+ 0,115	— 0,083	+ 0,032	+ 0,023
25	+ 0,121	— 0,095	+ 0,026	+ 0,009
30	+ 0,142	— 0,103	+ 0,039	+ 0,012
35	+ 0,130	— 0,108	+ 0,022	— 0,014
40	+ 0,163	— 0,110	+ 0,053	+ 0,006
45	+ 0,167	— 0,110	+ 0,057	+ 0,001
50	+ 0,173	— 0,107	+ 0,066	+ 0,001
55	+ 0,173	— 0,103	+ 0,070	— 0,004
61	+ 0,120	— 0,095	+ 0,025	— 0,055
65	+ 0,130	— 0,088	+ 0,042	— 0,041
73	+ 0,125	— 0,072	+ 0,053	— 0,031
78	+ 0,170	— 0,060	+ 0,110	+ 0,036
80	+ 0,140	— 0,054	+ 0,086	+ 0,011
82	+ 0,140	— 0,049	+ 0,091	+ 0,021
87	+ 0,140	— 0,036	+ 0,104	+ 0,049
91	+ 0,105	— 0,025	+ 0,080	+ 0,039
96	+ 0,075	— 0,010	+ 0,065	+ 0,043

*) Die Berechnung der Werthe für L — Nr. 20 bezw. L — Nr. 115 ist nach den weiterhin gegebenen Formeln ausgeführt worden.

Was nun weiter die Ergebnisse der Vergleichungen der Thermometer aus verschiedenen Glassorten mit einander betrifft, so sind hier nur die Mittelzahlen aus den verschiedenen Reihen mitgetheilt worden. Dieselben sind in den Tafeln II und III (a. v. S.) enthalten, deren Einrichtung leicht verständlich ist. Unter J ist das Mittel der Angaben der drei Thermometer Nr. 245, 246 und 247 aus Jenaer Glas zu verstehen. In der mit $L - J$ überschriebenen Spalte sind die Reduktionen der Thermometer aus Jenaer Glas auf die Angaben des Luftthermometers aufgeführt, wie sie in *dies. Zeitschr. 1890 S. 246* mitgetheilt worden sind.

Die Ausgleichung der Werthe (L — Nr. 20) und (L — Nr. 115) nach der Methode der kleinsten Quadrate hat folgende Reduktionsformeln für die Abweichungen vom Luftthermometer (δ) ergeben:

Für Thermometer Nr. 20 aus thüringer Glas:

$$\delta = -0{,}0000252\ (100 - t)\ t - 0{,}000000680\ (100 - t)^2 t.$$

Für Thermometer Nr. 115 aus englischem Krystallglas:

$$\delta = +0{,}0000605\ (100 - t)\ t - 0{,}000000684\ (100 - t)^2 t.$$

Aus den in obigen Tafeln aufgeführten Unterschieden zwischen den Ergebnissen der Beobachtung und der Berechnung (Beob. — Rechn.) ergiebt sich der wahrscheinliche Fehler einer Reduktion bei dem thüringer Thermometer Nr. 20 zu $\pm 0{,}007$ und bei dem englischen Thermometer Nr. 115 zu $\pm 0{,}019$. Der letztere Betrag ist allerdings ziemlich gross, dagegen ist aber zu bedenken, dass dieses Thermometer nur eine Theilung in halbe Grade trägt.

Bezüglich des Thermometers aus thüringer Glas ist zu bemerken, dass dasselbe aus dem Ende der 70er Jahre stammt und eine verhältnissmässig geringe Depression des Eispunktes zeigte, nämlich nur 0,14° für eine Erwärmung auf die Siedetemperatur des Wassers.

Es darf daher auch nicht überraschen, dass die Reduktionswerthe für das Thermometer Nr. 20 mit den von Herrn Marek in *dies. Zeitschr. 1890 S. 284* mitgetheilten Werthen für Thermometer aus thüringer Glas, deren Depressionskonstante 0,61° beträgt, nicht ganz übereinstimmen. Bis 40° sind die Abweichungen von den Marek'schen Zahlen nicht beträchtlich, steigen aber in den höheren Temperaturen bis auf 0,047°.

Bei den Abweichungen des englischen Thermometers vom Luftthermometer ist das positive Vorzeichen recht bemerkenswerth, da dies meines Wissens der einzige sicher nachgewiesene Fall ist, dass ein Quecksilberthermometer zwischen 0 und 100° niedrigere Angaben als das Luftthermometer liefert. Die Thatsache selbst war bereits früher von mir in der Abhandlung über den Einfluss der Zusammensetzung des Glases auf die Depressionserscheinungen (*Berichte der Königl. Akademie 1885 S. 633*) mitgetheilt worden.

Schliesslich sollen hier noch die Ergebnisse der Vergleichung eines Thermometers aus Jenaer Glas mit dem Tonnelot'schen Thermometer Nr. 4635 aufgeführt werden. Da das Tonnelot'sche Thermometer ein Stabthermometer ohne eingelegten Emaillestreifen ist, bot die Vergleichung mit dem Thermometer Nr. 246, bei welcher mit der Lupe abgelesen wurde, einige Schwierigkeiten. Sie ist deshalb auch nicht über 30° ausgedehnt worden, hat aber für diese Temperaturen völlige Uebereinstimmung der korrigirten Angaben beider Thermometer innerhalb der möglichen Beobachtungsfehler ergeben. Man fand nämlich:



Temperatur	Nr. 246 — Nr. 4635
5°	+ 0,001°
10	— 0,007
15	— 0,006
20	— 0,001
25	— 0,001
30	— 0,001

Da die Breteuiler Angaben auf ein Wasserstoffthermometer als Normal bezogen sind, während die Angaben der Reichsanstalt auf das Luftthermometer zurückgehen, so war an die unmittelbar gefundenen Unterschiede der Thermometer Nr. 246 und Nr. 4635 noch eine kleine Korrektion anzubringen, welche aus den von Herrn Dr. Chappuis ermittelten Reduktionen der Angaben von Thermometern aus Hartglas auf die Angaben des Stickstoff- bezw. Wasserstoffthermometers hergeleitet worden sind. Die geringen noch übrig bleibenden Abweichungen geben nun auch indirekt eine unabhängige Bestätigung für die Richtigkeit der auf S. 246 angegebenen Reduktionswerthe der Thermometer aus Jenaer Glas auf die Angaben des Luftthermometers.

Charlottenburg, im Oktober 1890.

Erfahrungen mit dem Kreil'schen Barographen.

Von

Dr. B. Buszczynski in Krakau.

Mehrseitige Erfahrungen über den Kreil'schen Barographen veranlassen mich zu einigen Bemerkungen über denselben. Da die Konstruktion des Instruments vielleicht manchem Leser nicht gegenwärtig ist, erlaube ich mir, dieselbe kurz zu skizziren.

Ein Heberbarometer trägt auf der Fläche des Quecksilbers im offenen Schenkel einen eisernen Schwimmer, der an einen Faden angehängt ist. Dieser Faden wird an seinem oberen Ende von einer Schraube gehalten und legt sich um ein Kreissegment, das sich an dem Ende des Hebels befindet, der seinerseits unmittelbar an dem Segmente seinen Ruhepunkt hat. Das andere Ende dieses Hebels trägt den Bleistift, dessen Spitze gegen eine Tafel gerichtet ist und von der er, so lange er keinem Drucke unterliegt, nur so weit absteht, dass die Reibung seine freie Bewegung nicht hindert. Der Hebel ist so balanzirt, dass die Spitze ein kleines Uebergewicht hat und sinken muss, wenn der Faden durch Erhebung des Schwimmers schlaff wird, d. h. wenn das Barometer fällt. Steigt das Barometer aber, so sinkt der Schwimmer und zieht den benachbarten Arm des Hebels mit sich, während der entgegengesetzte sich erhebt. Der ganze Hebel kann mittels einer Schraube, welche auf das Ende einer beweglichen Messingstange einwirkt, erhöht oder erniedrigt werden. Ist dagegen eine grössere Aenderung in der Lage des Hebels nöthig, so kann sie mittels einer Schraube hervorgebracht werden, um welche man ein Stück des Fadens auf- oder abwindet.

Auf der vom Barometer abgewendeten Seite befindet sich das Werk, in dessen Mitte sich ein Minutenrad mit elf breiten Zähnen dreht, von denen in je fünf Minuten einer unter das Ende eines zweiarmigen Hebels zu stehen kommt, welcher seinerseits sich um eine vertikale Axe bewegen kann. Das dem Uhrwerk zunächst

liegende Ende dieses Hebels trägt eine bewegliche Rolle, deren Ebene auf der Ebene des Uhrblattes senkrecht steht. Der Zwischenraum zwischen je zwei Zähnen ist grösser als der Durchmesser der Rolle, so dass sie in der Mittelstellung zwischen zwei Zähnen mit keinem derselben in Berührung kommt. Wenn aber ein Zahn sich gegen die Rolle bewegt, so drückt er sie von der Fläche des Uhrblattes hinweg gegen den Beobachter; der entgegengesetzte Hebelarm, an welchem sich eine Querstange befindet, bewegt sich also von dem Beobachter weg gegen die hinter derselben befindliche Tafel. Dadurch kommt die Spitze des Bleistiftes, auf welchen die Querstange drückt, mit der Tafel und dem darüber gespannten Papier in Berührung und macht in Folge dessen darauf einen Punkt. Nach zwei Minuten hat sich der Zahn unter der Rolle hinwegbewegt, der Druck hört auf, die Rolle wird durch eine Feder in den Zwischenraum zwischen diesem und dem nächstfolgenden Zahn hinabgedrückt, so dass die Querstange sich weit genug von der Tafel entfernt, um ausser Berührung mit dem ersten Hebel zu sein. Der erste Hebel mit dem Bleistift kann sich nun ungehindert um seine Axe drehen und jene Lage annehmen, welche die in der Zwischenzeit etwa erfolgte Aenderung der Höhe des Quecksilbers erfordert. Wenn nun nach 5 Minuten der folgende Zahn des Rades unter die Rolle zu stehen kommt und somit der Druck der Querstange auf den Hebel von Neuem beginnt, so wird der Bleistift wieder an das Papier angedrückt und es entsteht ein neuer Punkt, welcher höher oder niedriger liegen wird als der erste, je nachdem das Barometer in der Zwischenzeit gestiegen oder gefallen ist.

Inzwischen ist die Tafel durch eine Schnur ohne Ende, an welcher sie befestigt ist, gegen die Uhr hingerückt worden, so dass die Punkte neben einander zu stehen kommen und im Verlaufe eines Tages eine punktirte Linie bilden, welche steigt oder fällt, je nachdem das Barometer gestiegen oder gefallen ist. Da in dem äusseren Rade der Uhr ein Zahn fehlt, so wird diese Linie nicht ununterbrochen fortlaufen, sondern aus kleineren Stücken, jedes aus elf Punkten bestehend, zusammengesetzt sein, wodurch die Eintheilung derselben nach den einzelnen Stunden erleichtert ist. Die Tafel gleitet auf einer Eisenstange und stemmt sich, um in ihrer vertikalen Lage während der Bewegung erhalten zu werden, mittels einer Feder gegen eine andere obere Eisenstange, welche der ersten parallel ist. Das Rad, um welches die Schnur ohne Ende läuft, macht in einem Tage einen Umlauf, seine Peripherie ist daher gleich der Länge der auf der Tafel beschriebenen Linie. Das entsprechend gleich grosse Rad ist an der hinteren Seite der Uhr angebracht. Das Papier schliesslich ist an der Tafel mittels eines Rahmens befestigt, welcher durch Schrauben angedrückt wird.

Nach dieser kurzen Skizzirung des Kreil'schen Barographen[1]) gehe ich zu einigen Bemerkungen über denselben über.

Zu den Unvollkommenheiten, welchen der Kreil'sche Barograph unterworfen ist, dürfte in erster Linie die mangelhafte Vorrichtung des Schreibapparates gehören. Will man eine kontinuirliche Aufzeichnung des Luftdruckes erhalten, so ist es fast unentbehrlich, täglich beim Wechsel des Registrirpapieres zugleich den ganzen Schreibstift herauszunehmen, um denselben wieder spitz und daher schreibfähig zu machen. Dass hierbei der den Schreibstift führende Hebelarm in Schwan-

[1]) Ausführlicher ist derselbe beschrieben in: „Magnetische und meteorologische Beobachtungen zu Prag, III. Jahrgang Prag 1843, woselbst auch am Schlusse zwei Tafeln zur Erläuterung beigefügt sind.

kungen geräth und durch das tägliche Abschrauben Verbiegungen ausgesetzt ist, dürfte ganz unzweifelhaft sein. Die erhaltenen Diagramme werden in Folge der fortwährenden Abnahme der Bleistiftlänge immer schwächer und schwächer, so dass zur Reduktion derselben schliesslich das Auge mit sammt seinen künstlichen Hilfsmitteln nicht mehr ausreicht und man daher einzig auf die interpolirten Werthe der Terminbeobachtungen angewiesen ist. Dieser Umstand ist höchst lästig, besonders bei der Bestimmung der Maxima und Minima. Absolute Luftdruckbestimmungen mit dem Kreil'schen Barographen sind daher abhängig von der Funktionirung des Schreibstiftes, welche besonders am Ende jeder 24-stündigen Periode schwächer wird. Es ist somit durch den Kreil'schen Barographen in der beschriebenen Anordnung keine exakte Methode gegeben, aus den gemessenen Ordinatendifferenzen auf dem Registrirstreifen auf die entsprechenden Aenderungen des wirklichen Quecksilberstandes zu schliessen. Um denselben nicht nur als Interpolationsapparat zwischen den einzelnen Beobachtungsstunden zu gebrauchen, bedarf er in erster Linie einer geregelten Schreibvorrichtung. Der lästige Bleistift muss sich durch einen Mechanismus ersetzen lassen, welcher entweder eine fortlaufende Kurve oder auch die betreffende Punktirung von 5 zu 5 Minuten besorgt. Ich habe den hiesigen Mechaniker auf den in unserem Institut aufgestellten Rung'schen selbstregistrirenden Regenmesser und den Richard'schen Thermographen verwiesen — die Versuche sind jedoch fruchtlos geblieben[1]). Da sich meiner Ansicht nach der Kreil'sche Barograph als Stationsapparat gut bewährt hat, wie aus seiner nahezu 50-jährigen Thätigkeit an der hiesigen Sternwarte entnommen werden darf, natürlich für keine absoluten Messungen, sondern immer nur im Zusammenhang mit andern Barometern, so dürfte zur Zeit kaum ein anderer Barograph von grösserer Ausdauer vorhanden sein. An Genauigkeit wird indess der Kreil'sche Barograph wohl von vielen der neueren Instrumente übertroffen werden.

Die Unzuträglichkeiten des Kreil'schen Barographen machen sich besonders stark bemerkbar bei dem Reduktionsverfahren, wenn auch nicht in so erheblichem Maasse, dass dadurch der Werth der erzielten stündlichen Barometerstände bedeutend unsicher würde. Ich stellte Vergleichsreihen der Registrirungen des Barographen mit direkt abgelesenen Barometerständen an und zwar bei steigenden und bei fallenden Barometerständen; aus den Vergleichungen liess sich entschieden eine Trägheit des Instruments konstatiren, indem bei steigendem Barometer ein Zurückbleiben der abgeleiteten Barometerstände, bei fallendem dagegen zumeist das richtige Tempo beibehalten wurde. Zu diesem Mangel gesellt sich im Laufe der Jahre noch ein anderer, welcher aus der Veränderung der Schreibebene zum Markirungsstifte hervorgeht. Abgesehen nämlich von den Verbiegungen des den Schreibstift führenden Hebelarmes ist das vertikale Dahingleiten der Tafel im Verhältniss zum Schreibstifte nicht konstant, ein Uebelstand, der ein undeutliches, fast unleserliches Diagramm nach sich zieht.

Heute wird wohl kaum noch ein derartiges Instrument angeschafft; bei älteren Kreil'schen Barographen könnten indess die oben erwähnten Unzuträglichkeiten durch Einführung einer geeigneten stabilen Schreibvorrichtung bedeutend vermindert werden.

Krakau, K. K. Sternwarte.

---

[1]) Die Richard'sche Schreibfeder sollte sich doch auch wohl für den Kreil'schen Barographen eignen. D. Red.



Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Verhandlungen der Abtheilung für Instrumentenkunde auf der diesjährigen Naturforscher-Versammlung zu Bremen.

Die *Abtheilung für Instrumentenkunde* der deutschen Naturforscherversammlung hat bei der diesjährigen Tagung zwei Sitzungen abgehalten, am 15. und 16. September, von denen die letztere gemeinsam mit den Abtheilungen der Physik und Chemie gehalten wurde.

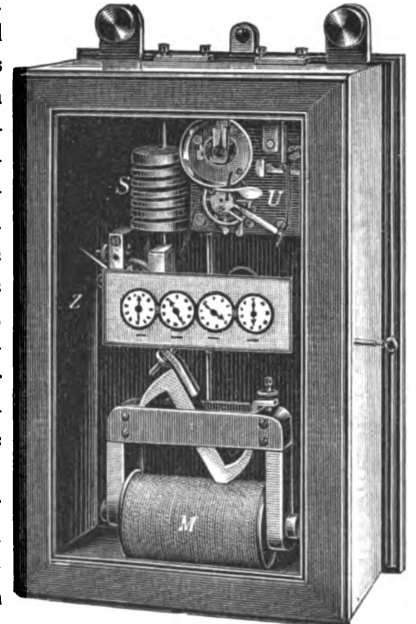
In der ersteren Sitzung legte Herr Direktor Dr. Loewenherz Normalstimmgabeln und Thermometer für hohe Temperaturen vor, die von der Firma Warmbrunn, Quilitz & Co. eingesandt waren. Herr Dr. Epstein führte den von Mönnich konstruirten und von G. A. Schultze in Berlin ausgeführten Fernmessinduktor vor (*d. Zeitschr. 1889 S. 122*) und sprach über seine Verwendung zur Messung von Temperaturen in entfernten Räumen. Herr Realschuldirektor Debbe demonstrirte die neueste Form des Wolpert'schen Luftprüfers. Herr Kapitän Stange berichtete über eine von ihm konstruirte Sternkarte.

Ausserdem wurden nachstehende Vorträge gehalten:

Ueber einen Elektrizitätszähler.

Von **Eugen Hartmann** aus Frankfurt a. M.

Seidem man elektrische Energie von zentralen Erzeugungsstellen aus beziehen kann, ist das Bedürfniss nach Messapparaten hervorgetreten, welche den Verbrauch an elektrischer Energie in ähnlicher Weise zu messen gestatten, wie mittels des Gaszählers der Gaskonsum bestimmt wird. Da die meisten Elektrizitätswerke Strom von konstanter Spannung liefern, so kann man sich darauf beschränken, die jeweils an der Verbrauchsstelle herrschende Stromstärke zu messen und in geeigneter Weise zu summiren. Zu diesem Zwecke wurde von Edison zuerst die elektrolytische Wirkung des Stroms in Form eines Zinkvoltameters angewendet, während Aron die Veränderung in dem Gange einer Uhr benutzt, deren magnetarmirtes Pendel unter dem Einflusse eines stromdurchflossenen Solenoïds steht. Verschiedene andere Stromwirkungen wurden noch zur ständigen Kontrole des Stromverbrauchs vorgeschlagen, indessen haben, wie es scheint, umfangreiche Verwendung nur die Apparate der beiden genannten Forscher gefunden. Beide Apparate können aber nicht fertig zum Gebrauch verschickt, sondern müssen erst am Verwendungsorte montirt werden, auch bedürfen beide Apparate periodischer Manipulationen, um dauernd betriebsfähig zu bleiben und diese Umstände stehen einer behördlichen Beglaubigung der Richtigkeit der Apparate im Wege, während andererseits der Konsument mit Recht verlangen kann, dass ihm der Strom nach geaichtem Maasse gemessen und berechnet wird. Diesem Verlangen sucht der von mir im Frühjahr 1888 konstruirte Elektrizitätszähler zu entsprechen, dessen allgemeine Anordnung aus beistehender Figur ersichtlich ist. Er besteht aus einem aperiodischen Amperemeter, dessen Angaben in bestimmten Zeitintervallen mechanisch registrirt, d. h. auf ein Zählwerk übertragen werden. Zu diesem Zweck befindet sich neben dem Amperemeter ein einfaches Uhrwerk, welches jede Minute einen abgezweigten, im Nebenschluss liegenden Stromkreis für wenige Sekunden schliesst. In den letzteren ist ein Elektromagnet *M* eingeschaltet, der bei seiner Erregung einen Anker anzieht. Durch die Bewegung dieses Ankers wird der Zeiger *Z* des Amperemeters auf den Nullpunkt zurückgeführt und der hierbei zurückgelegte Weg vermittels eines Sperrkegels und Schaltrades auf ein Zählwerk übertragen, wie wir solche bei Gasmessern zu sehen gewöhnt sind.



Durch diese Art der Registrirung unterscheidet sich der vorgelegte Apparat von andern in letzter Zeit konstruirten Zählern z. B. von denen von Siemens & Halske, von Volkert u. A. Die in der Abreissfeder des Ankers bei dessen Anzug aufgespeicherte Kraft wird nach Oeffnung des Stromkreises, also nach Ausschaltung des Elektromagneten zur Aufziehung der Uhr benutzt, während gleichzeitig der Zeiger des Amperemeters wieder diejenige Stellung einnimmt, welche der augenblicklich statthabenden Stromstärke entspricht. Es ist von Wichtigkeit, dass der Zeiger in diese Stellung recht langsam zurückgeht, weshalb die Bewegung des Ankers durch eine kleine Luftpumpe gedämpft wird. Voraussetzung für eine richtige Summirung des Stromkonsums mittels dieses, sich jede Minute wiederholenden Spiels ist die Proportionalität der Ausschläge des Amperemeterzeigers mit der Stromstärke. Da nun das Amperemeter aus einem Solenoïd S besteht, in dessen Hohlraum ein Eisenkern hineingezogen wird, da ferner die geradlinige Bewegung des letzteren mittels eines auf einer Axe festsitzenden und einer Torsionsfeder entgegenwirkenden Winkels in eine drehende übertragen wird, so entsprechen gleiche Bewegungsintervalle des Eisenkerns nicht auch gleichen Zeigerintervallen; durch eine eigenthümliche Formung des aus gerolltem Eisenblech bestehenden Kerns ist es jedoch gelungen, eine nahezu vollkommene Proportionalität der Zeigerintervalle mit der Stromstärke zu erreichen.

Bei dem abgebildeten, für 120 *Amp.* bestimmten Zähler, der von der Firma Hartmann & Braun in Bockenheim ausgeführt ist, beträgt der auf Remanenz und grösste Reibung zurückzuführende Fehler des Amperemeters 1,3%, der grösste durch nicht vollkommene Proportionalität und Zahnluft des Schaltrades entstandene Fehler des ganzen Zählers 3%. Die letzteren Fehler vermindern sich bei Zählern für geringere Stromstärken ganz erheblich.

Um den Apparat, welcher nach der Aichung plombirt werden kann, in Betrieb zu setzen, ist nichts weiter nöthig, als die Leitungen an die Klemmschrauben zu legen.

Ueber Moderation der elektrischen Feld- und Fadenbeleuchtung astronomischer Instrumente.

Von **F. S. Archenhold** in Berlin.

Mit den üblichen Abschwächungsmethoden der Intensität des Lichtes für Feld und Fäden astronomischer Instrumente ist zumeist eine gleichzeitige Aenderung der Qualität des Lichtes verbunden, die, von den benutzten Abschwächungsmitteln (Gitter, Diaphragma, Spiegel, Farbgläser u. s. w.) herrührend, ein Element der Unsicherheit in die astronomische Beobachtung einführt; dasselbe verursacht oft Beobachtungsfehler, die nicht mehr als zufällige, sondern als systematische Fehler zu betrachten sind und bei den feineren Ausmessungen von Sternhaufen, Doppelsternsystemen u. s. w. besonders störend auftreten können. Die Gittergeflechte wirken in dieser Beziehung besonders schädlich wegen der auftretenden Diffraktionserscheinungen, so dass bei dieser Art der Moderation die Fäden oft in den verschiedensten Farben beleuchtet werden. Aus diesem Grunde schon sollte in allen Fällen, wo die elektrische Fadenbeleuchtung bereits eingeführt ist, auch die Moderation der Feld- und Fadenbeleuchtung durch Einschaltung von Widerständen geschehen. Ein zweiter Grund ist die Einfachheit und Sicherheit, mit der sich durch zweckmässige Führung eines Kontaktschlüssels auf einer für diese Zwecke eingerichteten Widerstandsrolle jede gewünschte Abschwächungsstufe leicht erreichen lässt, ein Vortheil, der allein schon Veranlassung geben kann, dort, wo die elektrische Beleuchtung des Instrumentes noch nicht eingerichtet ist und keine Akkumulatoren zur Verfügung stehen, sie durch die heute sicher arbeitenden Trockenelemente einzuführen. Diese Art der Regulirung der Lichtintensität ist der von Beechy, Towne u. A. angewandten Methode durch veränderliches Eintauchen der Elektroden vorzuziehen[1]).

---

[1]) Vergl. Ellery: „*On a new dark field mikrometer and on the electric illumination of an equatorial at Melbourne. Monthly Notices* **44.** *S.* 286.



Gleichzeitig möchte ich auf die Vortheile aufmerksam machen, die durch Einschaltung eines der bekannten Lichtzerlegungsmittel bei der Feld- und Fadenbeleuchtung für manche Zwecke der Beobachtung erzielt werden können. Soll beispielsweise ein Doppelsternsystem ausgemessen werden, in welchem die Komponenten von verschiedener Helligkeit sind, womit zumeist eine verschiedene Färbung verbunden ist, so ist es von Nutzen, das Feld in der Farbe des helleren Sternes zu erleuchten, um so die Helligkeit desselben herabzudrücken und gleichzeitig wegen der Kontrastwirkung — die Farbe des Begleiters ist gewöhnlich die komplementäre des Hauptsterns — die Sichtbarkeit des schwächeren zu heben. Wenn man auch nicht hoffen darf, auf diese Weise in der Nähe von sehr hellen Sternen vermuthete schwache aufzufinden, so wird man wenigstens durch solches Gleichmachen der Intensitäten der beiden Komponenten die systematischen Fehler der Beobachtungen verkleinern und in Verbindung mit der durch den Stand des Kontaktschlüssels gegebenen Abschwächung des Lichtes gleichzeitig eine genäherte photometrische Bestimmung erzielen können. Die durch das Spektrum gegebene Farbenskale ist ausserdem eine bequeme Vergleichsskale zur Beurtheilung der Farbe des beobachteten Sternes.

Ueber Polarisationsprismen.

Von Dr. **W. Grosse** in Vegesack.

In der Einleitung macht der Vortragende auf die vielseitigen Anwendungen aufmerksam, welche die Prismen aus Kalkspath sowohl in vielen Apparaten, wie auch im Laboratorium des Physikers bei grundlegenden Arbeiten erfahren. Leider ist der Preis des Kalkspathes ein sehr hoher und die Verluste bei der Anfertigung der Prismen so gross, dass nur etwa 5% des Rohmaterials nutzbar sind, da von fünf gleich grossen Stücken nur etwa ein Stück brauchbar ist und von diesem beim Bearbeiten in die bestimmte Form wieder drei Viertel verloren geht. Die sehr vielen verschiedenen im Laufe der Zeit vorgeschlagenen Formen können folgendermaassen gruppirt werden.

I. Prismen, in denen beide Strahlengattungen ganz oder zum Theil das Gesichtsfeld erfüllen. Es sind dies ausser den älteren, vor Nikol bekannten Formen (Wollaston, Sénarmont, achrom. Prisma, Rochon), von neueren besonders das aus einem Stück bestehende Dove'sche und das Abbe'sche Prisma, welch' letzteres an den Seiten eines gleichseitigen Kalkspathprismas Kronkeile enthält.

II. Prismen, in denen die mittlere Zone des Gesichtsfeldes nur von einer Strahlengattung (der ausserordentlichen) erfüllt wird.
   1. mit einem Diagonalschnitt und innerhalb der Schnittfläche
      a) Kanadabalsam oder Leinöl,
      b) Luft.
   2. mit zwei Diagonalschnitten, die sich
      a) in der Mitte einer Grundfläche treffen (Ahrens),
      b) in der Mitte des Prismas treffen (Bertrand).

III. Prismen, die nur die Lamelle eines doppeltbrechenden Mediums enthalten.

Die Gruppen I und II sind vom Verfasser behandelt worden (Clausthal 1887), die Gruppe III, welche übrigens wenig in die Praxis gedrungen ist, von Dr. K. Feussner (*Zeitschr. f. Instrumentenk. 1884. Februar*). In dem Vortrage demonstrirt der Verfasser nun an Holzmodellen die Lage der Prismen im Rhomboeder und den Materialverlust der Gruppe II. Dabei stellen sich bedeutende Verschiedenheiten heraus. Den grössten Materialverlust von $68^1/_2$% und $81^1/_4$% haben die allerdings wissenschaftlich vollkommensten Formen, welche von Hartnack-Prazmowsky und Glan-Thomson vorgeschlagen sind. Die Anforderungen an ein ideales Prisma würden sein: Ebenpolarisirtes Feld, möglichst grosses Gesichtsfeld, möglichst geringe Lichtbrechung und Strahlversetzung, möglichst kleines Verhältniss von Länge und Breite und möglichst geringer Materialverbrauch. In der folgenden Tabelle bezeichnen die Zahlen von 1 bis 5 die Güte des betreffenden



Prismas für den in der Horizontalreihe ausgesprochenen Zweck. In der letzten Kolumne sind die mit 4 oder 5 bezeichneten, also günstigsten Formen zusammengestellt, wodurch man in den Stand gesetzt ist, für jeden Zweck die beste Form auszuwählen oder entsprechend so zu kombiniren, dass man ein Prisma wählt, welches relativ alle gestellten Anforderungen günstig erfüllt.

	Gruppe der Nikol.			Dove	Abbe	Luftprismen		Doppeltschnitt.		Doppeltschnitt. Luftprismen	Plattenprismen	Günst. Form
	Nikol.	Hartnack	Thompson			Glan	Foucault	Bertrand	Ahrens			
1. Ebenpolarisirtes Feld (Auslöschung)	3	4	5	2	2	2	2	3	3 (1)	2	1	Thompson, Hartnack.
2. Gesichtsfeld	3	3	3	2	2	1	1	4	4	1	5	Plattenprismen, Bertrand, Ahrens.
3. Lichtschwächung	4	5	5	5	3	2	2	3	5	2	1	Dove, Hartnack, Thompson, Ahrens.
4. Strahlversetzung	2	5	5	5 (1)	5	3	1	3	5	3	4	Hartnack, Thompson, Ahrens (Dove).
5. Verhältniss von Länge und Breite	1	1	1	3	3	4	4	1	3	5	2	Luftprismen mit Doppelschnitt, Glan, Foucault.
6. Materialverbrauch	4 (3)	2	1	4	4	2	4	3	3	4	5	Plattenprismen, Dove, Abbe, Luftprismen.
Sa.	17 (16)	22	20	17 (+4)	19	14	14	17	21 (+2)	17	18	

Der Verfasser hat Herrn Halle in Potsdam veranlasst, ein, auch in der Tabelle aufgenommenes Luftprisma mit Doppelschnitt anzufertigen. Dieses ist nicht halb so dick, als breit und lang, was in vielen Fällen sehr wünschenswerth ist, besonders für Projektionszwecke und als Polarisator. Herr Halle wird auch noch eine Form anfertigen, welche man als Bertrand'sches Prisma mit Luftschicht bezeichnen könnte. Es ist zwar etwas dicker als breit und lang, aber das Gesichtsfeld beträgt fast 15°, so dass das Prisma schon als Analysator verwendbar sein würde.

In der gemeinsamen Sitzung am 16. September sprachen Herr Direktor Dr. Loewenherz über die Verwendung wissenschaftlicher Thermometer in hohen Temperaturen zwischen 100° und 300° und Herr Dr. O. Lummer über seine und des Herrn Dr. E. Brodhun photometrische Untersuchungen. Beide Gegenstände sind theils in dieser Zeitschrift bereits ausführlich behandelt worden, theils stehen weitere Mittheilungen bevor, so dass an dieser Stelle hierauf nicht näher eingegangen zu werden braucht. — Sodann sprach Herr Prof. Abbe über:

Messaparate für Physiker.

Bei den Arbeiten des Physikers tritt sehr häufig der Fall ein, Längen von mässiger Grösse, im Spielraume von etlichen Zentimetern, genau ausmessen zu müssen, und zwar handelt es sich hierbei bald um die Dimensionen von Körpern mit harten Grenzflächen, welche durch Kontakt eingestellt werden können (Platten, Zylinder u. dergl.), bald um Abmessungen an Objekten, deren Grenzen nur optisch, durch Anvisiren, aufzufassen sind (Skalen, Theilungen, Gitter u. a. m.).

Das Bedürfniss, für derartige Zwecke leicht zu gebrauchende und sicher arbeitende Instrumente zur Verfügung zu haben, veranlasste die Konstruktion einiger Messapparate, welche die Werkstatt von Carl Zeiss in Jena schon vor längerer Zeit nach den Angaben des Vortragenden für dessen persönlichen Gebrauch ausgeführt hat und neuerdings auch für allgemeinen Gebrauch anfertigt.

Die Konstruktion derselben hat folgende zwei Anforderungen zur Richtschnur genommen:



1. Die Messung in allen Fällen, sowohl bei Kontakteinstellung wie bei Visureinstellung, ausschliesslich zu gründen auf eine Längentheilung, mit welcher die zu messende Strecke direkt verglichen wird.
2. Den Messapparat stets so anzuordnen, dass die zu messende Strecke die geradlinige Fortsetzung der als Maassstab dienenden Theilung bildet.

Die erste Forderung beruht auf der Erwägung, dass Theilungen sicherer und genauer herzustellen sind als alle anderen Messvorrichtungen, dass ihre Fehler leicht ein für allemal sich bestimmen, ihre gesetzmässigen Veränderungen durch den Temperaturwechsel sicher in Rechnung sich bringen lassen, endlich dass bei ihnen unregelmässige und unkontrolirbare Fehlerquellen, die z. B. bei Schrauben stets zu fürchten sind, so gut wie vollkommen ausgeschlossen werden können.

Die zweite Bedingung, dass Maassstab und zu messende Strecke nicht nebeneinander, sondern in der Richtung der stattfindenden Verschiebung hintereinander liegen sollen, verfolgt den Zweck, die Vergleichung der zu messenden Länge mit dem Maassstab unabhängig zu machen von der grösseren oder geringeren Vollkommenheit des Bewegungsmechanismus, der die Ausführung der Vergleichung vermittelt. — Gehören jene Strecke und der Maassstab zwei verschiedenen Geraden an, die einen gewissen Abstand von einander besitzen, so ist die relative Bewegung des Ableseindex gegen den Anfangspunkt des Maassstabes, d. h. also das abgelesene Maass, mit der zu messenden Länge im Allgemeinen nur dann identisch, wenn das jeweils bewegte System (Objekt und Maassstab, oder Objekt und Ableseindex, oder wie es sonst gebildet sein mag) eine reine Parallelverschiebung ohne Drehung ausführt. Erleidet dieses System zwischen Anfangs- und Endlage eine Drehung, so ist die Ablesung am Maassstab von der zu messenden Länge verschieden und zwar — unabhängig vom Ort des Drehungszentrums — um das Produkt aus dem Drehungswinkel und dem Abstand der beiden Geraden (Maassstab und Strecke). Beträgt z. B. dieser Abstand 100 *mm*, so bewirkt eine Drehung von nur 2″ schon eine Differenz von 1^{μ}. Es ist also unter solchen Umständen eine sehr exakte Parallelführung erforderlich, wenn eine Genauigkeit der Messung bis auf 1^{μ} gewährleistet sein soll. Werden dagegen die zu messende Strecke und der Maassstab in ein und dieselbe Gerade gebracht, so ist der Einfluss der Drehung auf die Vergleichung beider eliminirt bis auf solche Grössen, die dem Quadrat des Drehungswinkels proportional, also von zweiter Ordnung sind.

Die in Betracht stehende Anordnung lässt sich ohne anderweitige Uebelstände natürlich nur da anwenden, wo es sich um mässige Dimensionen handelt, weil sie die Verlängerung des Messapparates auf das Doppelte des verlangten Umfangs der Messungen mit sich bringt. Wo jedoch das Letztere kein Hinderniss bildet, gewährt jene Anordnung den Vortheil, die Genauigkeit der Messung fast völlig unabhängig zu machen von allen Mängeln des angewandten Bewegungsmechanismus hinsichtlich der Parallelführung. Im Besondern gestattet sie, unbeschadet der Genauigkeit, auch ganz lose gehende Führungen, welche keinem merklichen Reibungswiderstand unterliegen, in Anwendung zu bringen.

Der Vortragende hat drei verschiedene Messapparate in dieser Art ausführen lassen: 1. Ein Kontaktmikrometer (Dickenmesser), bis 50 *mm* messend. 2. Einen kleinen Komparator für Visureinstellung, bis 100 *mm* messend, zur Ausmessung von Gittern, Skalen u. dergl., sowie auch der Dimensionen beliebiger anderer Objekte, deren Grenzen mittels eines Mikroskops sich einstellen lassen. 3. Ein Sphärometer zur Bestimmung des Krümmungsmaasses von Kugelflächen.

Bei allen drei Apparaten befinden sich die Theilungen auf Platinlamellen, welche nur an einem Ende befestigt, völlig frei sich ausdehnen können; sie sind in Fünftel-Millimeter getheilt, jeder ganze Millimeter beziffert. Zur Ablesung und zur Ermittlung der Unterabtheilungen der Fünftel-Millimeter dient bei allen ein feststehendes Mikrometer-Mikroskop, welches der Art regulirt ist, dass einem Intervall des Maassstabes zwei Umdrehungen der Schraube am Okular entsprechen, so dass ein Trommeltheil der 100theiligen Trommel immer 1^{μ} angiebt.

1. Bei dem Kontaktmikrometer ist der Kontakt — ein Achatstift mit sphärischer oder ebener Endfläche — mit dem Maassstab in der Art verbunden, dass er genau in der geradlinigen Fortsetzung der Theilung liegt. Die Schiene, welche Beides trägt, bewegt sich in einer vertikalen Führung gegen eine feste Grundplatte mit ebener, polirter Oberfläche; ihr Gewicht ist mittels Rolle und Faden durch ein Gegengewicht zum Theil balanzirt. Die Führung geschieht ohne merkliche Reibung, so dass der zu messende Körper stets mit konstantem, beliebig zu verminderndem Druck eingestellt wird.

2. Bei dem Visurkomparator sind das zu messende Objekt und der Maassstab in gleicher Höhe hintereinander auf einem horizontal verschiebbaren Schlitten gelagert; die Bewegung geschieht im Groben mit freier Hand, im Feinen durch eine Schraube. Das Gestell, auf welchem der Schlitten geführt wird, trägt neben dem Ablesemikroskop für die Theilung ein zweites feststehendes Mikroskop zur Einstellung auf das zu messende Objekt.

3. Das Sphärometer ist im Wesentlichen das zuvor erwähnte Kontaktmikrometer, nur in der Art montirt, dass die den Kontakt tragende Schiene gegen eine Deckplatte sich bewegt, auf welche genau gedrehte kreisförmige Auflageringe von verschiedenen Durchmessern aufgesetzt werden können.

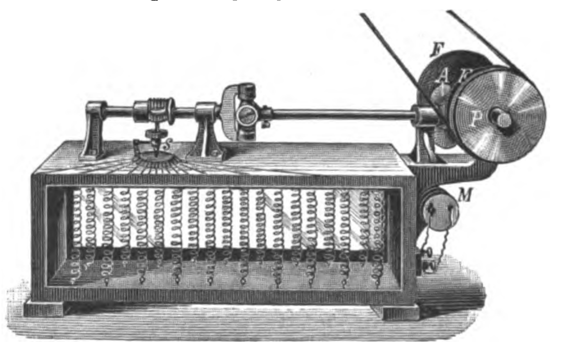
Die genauere Beschreibung dieser Apparate wird demnächst in dieser Zeitschrift gegeben werden.

Referate.

Automatischer Spannungsregulator.

Von A. Michaut. *Revue intern. de l'électricité.* ***10.*** *S. 454.* (*1890.*)

Auf der Pariser Weltausstellung hatte die Züricher Telephongesellschaft einen elektrischen Spannungsregulator für Nebenschlussmaschinen ausgestellt, der auf folgendem Prinzip beruht: Die beiden Punkte, die auf konstanter Spannung gehalten werden sollen, z. B. die Klemmen der Dynamomaschine oder zwei beliebige Punkte des Leitungsnetzes, sind mit den beiden Enden einer Drahtspule verbunden. In der letzteren ist ein bifilar aufgehängter Eisenkern frei beweglich. Der Kern hängt, wenn die normale Spannung vorhanden ist, nicht symmetrisch zur Mitte der Spule; steigt die Spannung, so kann er noch mehr in die Spule hineingezogen werden; fällt dieselbe, so sinkt er in Folge seiner Schwere weiter zurück, als er bei der normalen Spannung angehoben worden war. — Der Eisenkern ist mit einem gleicharmigen Hebel fest verbunden, an dessen umgebogenen Enden sich Kontakte befinden, die bei einer bestimmten Stellung des Hebels gleichzeitig in zwei Quecksilbernäpfe eintauchen. Bei dieser Stellung des Hebels, welche dem normalen Werth der Spannung entspricht, geht der Schenkelstrom der Dynamomaschine durch den Hebel hindurch; derselbe bildet dann einen Kurzschluss für eine elektromagnetisch bewegte Kuppelung. — Die bisher beschriebenen Vorrichtungen sind in der Figur nicht sichtbar. — Ist die Spannung nicht die normale, so werden die beiden Endkontakte des Hebels nicht gleichzeitig in die Quecksilbernäpfe tauchen, sondern je nachdem die Spannung zu hoch oder zu niedrig ist, der eine oder der andere. Der Schenkelstrom muss dann einen von zwei sich gegenüberstehenden Magneten durchfliessen, zwischen welchen sich ein gemeinschaftlicher Anker befindet; nur der eine Elektromagnet M ist in der Figur zu



erkennen. Taucht der Hebel in den einen Quecksilbernapf, so wird der Anker von dem zugeordneten Elektromagneten angezogen. — Mit dem Anker ist ein Rad *A* fest verbunden; es kann sich mit wenig Spielraum zwischen zwei Rädern *FF* bewegen, welche auf derselben Axe sitzen und mit Hilfe einer Riemscheibe *P* von der Dynamomaschine oder einer Transmission in Rotation gesetzt werden. Das mit dem Anker fest verbundene Rad *A* steht mit seiner Fläche im rechten Winkel zu der Fläche der Räder *FF*. Wenn der Elektromagnet *M* den Anker anzieht, wird *A* an das vordere Rad *F* angedrückt und kommt ebenfalls in Rotation. Der Sinn der Rotation wird der umgekehrte sein, wenn *A* an das hintere Rad *F* sich anlegt. In einer aus der Figur leicht ersichtlichen Weise werden diese Bewegungen so übertragen, dass im Regulirwiderstand durch eine auf den Kontaktstücken bei *S* schleifende Feder entweder Widerstand ausgeschaltet oder zugeschaltet wird, je nachdem die Spannung gesunken oder gestiegen war. *Lck.*

Weitere Bemerkungen zu dem Referate: „Die neuen selbstregistrirenden Instrumente des Königl. Dänischen Meteorologischen Instituts".

Zu dem obigen Referate (vgl. *S. 30* und *145 dieses Jahrgangs*) übersendet uns Herr A. Paulsen, Direktor des Dänischen Meteorologischen Instituts, die nachfolgende Notiz:

„In dem Referate ist ein Theil des Apparates, der wohl nicht ganz unwesentlich ist, nicht erwähnt, namentlich das horizontale Kapillarrohr *S* (Fig. 1), das dazu dient, den Nullpunkt unveränderlich zu halten. Nach meinem Vorschlage brauchen wir zur pneumatischen Druckübertragung ein langes horizontales, etwa 2 *mm* weites Rohr, das durch eine Luftleitung *R* mit einem Manometer *M* in Verbindung steht. Wenn das horizontale Rohr hinlänglich lang ist, geht die umgebende, dem Steigen und Fallen des Wassers folgende Oelschicht nur in dies Rohr ein und aus, man kann daher den Luftstrom ganz entbehren und derselbe dient nur zur Sicherheit."

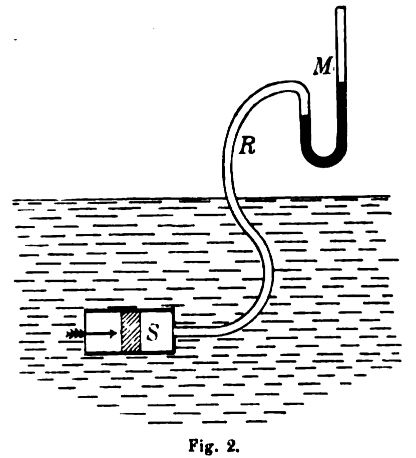
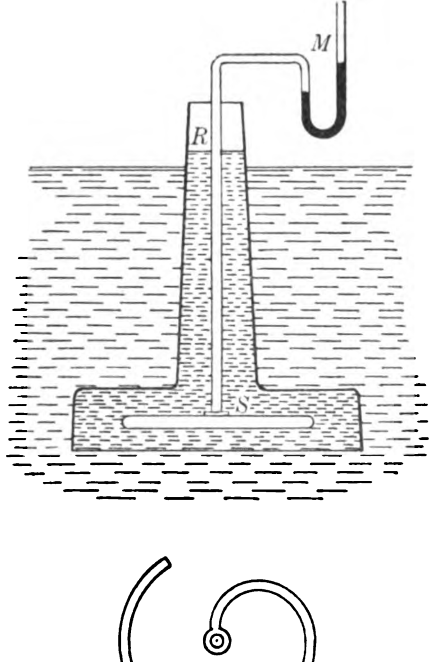


Fig. 2.

Hieran fügt unser Referent, Herr Dr. A. Sprung noch folgende Bemerkungen:

„Die typische Form der Vorrichtung ist offenbar die in Fig. 2 skizzirte, bei welcher ein in einem horizontalen Rohr unendlich leicht beweglicher Stempel *S* die Luft im Rohrsystem *R* abschliesst. So lange die Bewegung des Stempels auf die Druckhöhe des Wassers keine Rückwirkung ausübt, wie es bei grosser Wassermasse stets der Fall ist, wird der Stand des Manometers *M* ein richtiges Maass für die natürlichen Aenderungen des Wasserstandes abgeben. Denn man übersieht sehr leicht, dass Temperaturänderungen der in *R* abgeschlossenen Luft den Stand des Manometers unverändert lassen, indem sie nur den Stempel hin- und herschieben, so zwar, dass das Volumen der abgeschlossenen Luft stets der betreffenden Temperatur nach dem Gay-Lussac'schen Gesetze entspricht.



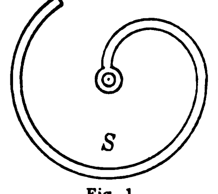


Fig. 1.

In dieser typischen Form erinnert die Vorrichtung an den Hofmeyer'schen Mareographen, welcher daraus ohne Weiteres hervorgeht, wenn man den Stempel durch eine schlaff über der Mündung des Stempelrohres befestigte Membran aus Kautschuk, Leder oder dgl. ersetzt. Die Paulsen'sche Verwirklichung des Prinzipes ist indessen viel rationeller und feiner."

Ueber das Verhalten von Drahtgittern gegen elektrische Schwingungen.

Von H. Rubens und R. Ritter. *Wied. Ann.* **40.** *S. 55. (1890.)*

Hertz hat bei seinen bahnbrechenden Untersuchungen zum Nachweise der elektrischen Kräfte im Raum sich der feinen Funken bedient, welche dieselben in einem sekundären Leiter auftreten lassen. Der Letztere war z. B. aus einem kreisförmig gebogenen Stück Draht gebildet, dessen eines Ende mit einem polirten Messingkügelchen versehen war; das andere Ende war zugespitzt und konnte der Kugel mit Hilfe einer Schraube bis auf sehr kleine Entfernungen genähert werden. Mit Hilfe dieser Vorrichtung konnte Hertz die gradlinige Ausbreitung, Polarisation, Reflexion und Brechung der elektrischen Strahlen nachweisen.

Die Verfasser haben genauere quantitative Messungen mit einem Apparat gemacht, den sie als Bolometer für elektrische Schwingungen bezeichnen, und dessen Anordnung von Paalzow und Rubens ausführlich in *Wied. Ann.* **37.** *S. 529. (1889.)* beschrieben ist.

Die im sekundären Leiter BB^1 erregten Schwingungen durchfliessen ein aus gradlinig ausgespannten Eisendrähten von 0,07 *mm* Durchmesser hergestelltes Parallelogramm L, dessen vier Seiten gleichen Widerstand haben; die Schwingungen können folglich nicht in den Galvanometerkreis gelangen. Mit einem genau gleichen Widerstand M und zwei in der gewöhnlichen Weise gewickelten Spulen N und P ist eine Wheatstone'sche Brückenkombination geschaltet. Zunächst wird auf Gleichgewicht in der Brücke mit Hilfe von Kontaktklötzen, die auf Drähten verschiebbar sind, eingestellt; dann lässt man die elektrischen Schwingungen den einen Bolometerwiderstand L durchfliessen und die hierdurch erzeugte Stromwärme bringt eine Widerstandsänderung in L und somit einen Ausschlag im Galvanometer g hervor, dessen Grösse ein Maass für die Intensität der Schwingungen ist. Eine Erhöhung der Temperatur von L um 0,000028 Grad erzeugte einen Ausschlag von 1 Skalentheil; dazu hätte ein konstanter Strom von 0,000244 *Ampere* den Bolometerzweig durchfliessen müssen. Die Verfasser machen mit dieser Versuchsmethode quantitave Versuche über Polarisation und Reflexion elektrischer Strahlen, die zahlenmässig beweisen, dass die Gesetze des Lichts und die der elektrodynamischen Wellenbewegung identisch sind. *Lck.*

Ein neues Instrument zum Abstecken von rechten Winkeln.

Von Prof. A. Prandtl. *Zeitschr. für Vermessungswesen.* **19.** *S. 462. (1890.)*

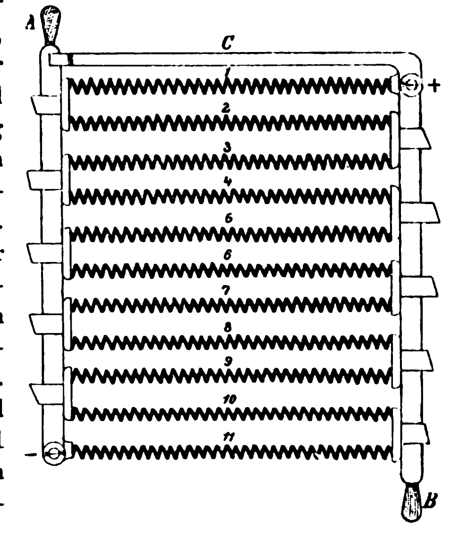
Das Instrument besteht in einem vierseitigen Glasprisma, von dem zwei Seiten einen rechten Winkel und die beiden anderen Seiten einen Winkel von 45° einschliessen. Die beiden letzteren Seiten sind versilbert, um sie als Spiegel wirken zu lassen; die den rechten Winkel einschliessenden Seiten sind dagegen für den Ein- und Austritt von Lichtstrahlen offen. Der Gang des Lichtes beim Gebrauch des Instruments ist folgender: Das Licht tritt bei einer der Oeffnungen in das Prisma, wird zuerst von dem diesem gegenüberliegenden Spiegel, dann von dem anderen Spiegel reflektirt und gelangt sodann, durch die andere Oeffnung austretend, zum Auge. Jeder Lichtstrahl, der so durch das Prisma geht, wird von seiner ursprüngli[illegible] um einen rechten Winkel abgelenkt.

Das Instrument, welches vom Verf. Winkelspiegelprisma genannt wird und über dessen Theorie an obiger Stelle Näheres mitgetheilt ist, wird von Reinfelder & Hertel in München ausgeführt. *W.*

Elektrischer Widerstandsregulator.

The Electrician. **25.** *S. 61. (1890 Nr. 627) aus „Electrical World".*

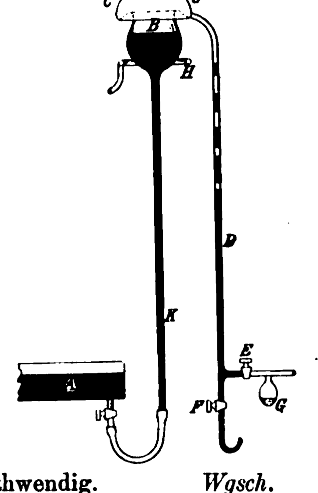
Herrick beschreibt in einem Aufsatz über Regulatoren in *Electrical World* folgenden einfachen und sehr praktischen elektrischen Widerstandsregulator. *A* und *B* sind metallene Hebel, deren Drehungspunkte in der Nähe der mit + und — bezeichneten Stellen liegen, welche mit dem positiven und negativen Pol der Stromquelle in Verbindung stehen. Wenn der Hebel *A* sich in der in der Figur gezeichneten Stellung befindet, geht der Strom vom positiven Pol durch die Metallschiene *C* nach dem negativen; die Widerstandsspiralen 1 bis 11 sind also kurz geschlossen. Wird der Hebel *A* durch Drehen nach links ausser Kontakt mit *C* gebracht, so sind alle 11 Widerstände parallel geschaltet; durch weiteres Drehen von *A* kann ein Kontaktklotz nach dem andern ausgeschaltet und somit der Widerstand vermehrt werden. Der Strom durchfliesst dann nur noch 9, 7, 5 und 3 parallel geschaltete Spiralen. Wenn der Hebel *A* keines der Kontaktstücke, die ungleich lang sein müssen, mehr berührt, ist nur noch Spirale 11 eingeschaltet. Wird nun Hebel *B* nach rechts bewegt, so werden 3, 5, 7, 9 und 11 Spiralen hintereinander vom Strom durchflossen. Bei dieser Anordnung sind also 12 Kombinationen der Widerstände möglich, welche die Stromstärke in weiten Grenzen zu ändern gestatten. Durch eine etwas komplizirtere Konstruktion liesse sich die Anzahl der möglichen Kombinationen noch leicht vermehren. *Lck.*



Quecksilberdestillirapparat.

Von J. Smith. *Phil. Magaz.* **29.** *S. 501. (1890.)*

Verfasser beschreibt den nebenstehend abgebildeten Qecksilberdestillirapparat, welcher erheblich schneller arbeitet als die bisherigen. *BK* ist 86 *cm* lang und wird von einem (nicht mitgezeichneten) Stativ gehalten. Die Kugel *B* hat eine ringförmige Rinne *C*, in welcher das Rohr *D* eingeschmolzen ist. Letzteres ist mit zwei Glashähnen *E* und *F* versehen. *A* ist ein weiter und seichter Behälter für das zu destillirende Quecksilber, *H* ein ringförmiger Gasbrenner. Die Destillation wird so ausgeführt, dass zuerst *F* geschlossen ist und *E* mit einer Wasserstrahlpumpe verbunden wird; hierdurch wird Quecksilber von *A* nachgesaugt. Dann wird der Gasbrenner angezündet; in ungefähr 10 Minuten füllt das Quecksilber das Rohr *D*. Etwa übergerissenes Quecksilber sammelt sich in *G*. Nun schliesst man *E* und öffnet *F;* die Destillation geht dann in Folge des durch die Quecksilbersäule *D* unterhaltenen Vakuums weiter. Eine selbthätige Vorrichtung schliesst den Gashahn, wenn das Quecksilber in *A* bis zu einem gewissen Punkt gesunken ist. Das zu destillirende Quecksilber muss vollkommen trocken sein, da sonst der Apparat leicht springt; auch ist die Anwendung eines Gasdruckregulators nothwendig. *Wgsch.*





Das mechanische Aequivalent des Lichtes. Zweite Mittheilung.

Von Dr. O. Tumlirz. *Sitzungsberichte d. Wiener Akademie. 98. Abth. II. S. 1122. (1889.)*

In der ersten Mittheilung giebt der Verfasser das mechanische Aequivalent des gesammten von der Hefner-Lampe in einer Sekunde ausgestrahlten Lichtes zu 151500 absoluten Arbeitseinheiten an. Diese Bestimmung genügt noch nicht bei allen Lichtquellen, die eine andere Zusammensetzung als die Hefner-Lampe haben, insbesondere bei solchen, welche nur bestimmten Spektralbezirken angehöriges Licht ausstrahlen, um aus der photometrischen Messung der Leuchtkraft das mechanische Aequivalent zu berechnen. Will man auch für nahe homogenes Licht, genauer für Licht, welches zwischen zwei benachbarten Wellenlängen liegt, diejenige Lichtmenge der betreffenden Wellenlängen als Einheit zu Grunde legen, welche die Hefner-Lampe aussendet, so kann man obige Aufgabe lösen, wenn man für die Strahlen eines jeden Bezirks des sichtbaren Spektrums der Hefner-Lampe das mechanische Aequivalent kennt. Diese Kenntniss soll durch die zweite Mittheilung gegeben werden.

Herr Tumlirz erreicht dies indirekt, indem er die von Langley bestimmte Energievertheilung im Sonnenspektrum zu Grunde legt. Er berechnet aus ihr mit Hilfe einer photometrischen Vergleichung zwischen dem Spektrum der Sonne und der Hefner-Lampe die Energievertheilung des Spektrums der letzteren und daraus mit Hilfe des in der ersten Mittheilung gegebenen Integralwerthes die gesuchten Differentialenergien. Die photometrische Messung wurde mit einem Vierordt'schen Spektralphotometer ausgeführt, nachdem das Sonnenlicht durch dreifache Reflexion an schwarzem Obsidianglase genügend geschwächt war. Um möglichst die gleiche Helligkeitsvertheilung im Sonnenspektrum zu haben, wie Langley, wählte Herr Tumlirz eine möglichst durchsichtige Atmosphäre und eine Zenithdistanz der Sonne von 30°. Da die gefundenen Helligkeitsverhältnisse des homogenen Lichtes der Hefner-Lampe zu dem der Sonne mit dem Verhältniss der Energien übereinstimmen, so ergiebt sich aus ihnen durch Multiplikation mit den Langley'schen Zahlen unmittelbar die Energievertheilung der Hefner-Lampe. Aus ihr wurden dann mit Hilfe graphischer Darstellung für 18 Stellen des Spektrums die gesuchten Theilenergien als Bruchtheile der Gesammtenergie berechnet. Da die Gesammtenergie aus der ersten Mittheilung bekannt ist, so war damit die gestellte Aufgabe gelöst.

E. Br.

Neu erschienene Bücher.

Die nautischen Instrumente bis zur Erfindung des Spiegelsextanten. Von Dr. A. Breusing. 46 S. Bremen. A. W. Silomon.

Verf. giebt eine recht interessante Zusammenstellung der nautischen Instrumente der ältesten Zeit sowie des Mittelalters bis zur Erfindung des Spiegelsextanten. Mit der Beschreibung des Instruments gehen lehrreiche und interessante historische Mittheilungen über ihre Verwendung Hand in Hand. In den beiden ersten Abschnitten werden der Kompass und das Logg behandelt. (Verf. tritt mit nicht ohne Weiteres abzuweisenden Gründen für die an der Nordsee übliche Schreibweise: die Logge ein.) Der letzte Abschnitt beschäftigt sich mit den Instrumenten der nautischen Astronomie: Dem bekannten Astrolabium folgt hier der Sonnenring; es ist dies ein Astrolabium ohne Alhidade und Speichen, mit einem kegelförmigen Loche am oberen Rande, im Abstande von 45° vom Zenithpunkte versehen, durch welches die Sonnenstrahlen auf den inneren getheilten Rand fallen und dort beim Steigen vom Horizont bis zum Zenith einen in 90 Theile getheilten Halbkreis durchlaufen. Zur Messung der Höhe schwacher Sonnenbilder sowie von Fixsternen diente ferner der Quadrant, der zur Fixirung der Lothlinie sowie zur Ablesung einen mit Bleiloth versehenen Faden trug. Astrolabium, Sonnenring wie Quadrant beruhten darauf, mit Hilfe der Lothlinie einen festen Punkt für die Winkelmessung zu schaffen, was auf dem

schwankenden Schiffsboden häufig unausführbar war; eine vollständige Umwälzung der Beobachtungsweise erfolgte mit der Einführung des Gradstockes, denn mit ihm wurde der Nullpunkt der Ablesung in die Gesichtslinie zum Horizont verlegt, die auch auf dem schwankenden Schiffe keiner erheblichen Aenderung unterliegt. Der Gradstock, auch Jakobsstab genannt, — die letztere Bezeichnung ist die ältere und bezieht sich auf seine Einrichtung für Linearmessungen — bestand aus einem Längsstabe, an welchem ein kleinerer Querstab, senkrecht zu ersterem, verschoben werden konnte; indem man den Längsstab horizontal hielt, visirte man gleichzeitig von der Spitze desselben über das eine oder andere Ende des Querstabes und verschob letzteren so lange, bis die Visirlinie auf das betreffende Gestirn hinzeigte; eine Theilung auf dem Längsstabe gestattete dann, die der Endstellung des Querstabes entsprechenden Höhenwinkel zu ermitteln. Die Genauigkeit der Messung wurde erhöht, als man den Quadranten dem Prinzipe des Gradstockes anpasste; dies geschah durch eine Vereinigung des Astrolabiums mit dem Quadranten. Man änderte den Quadranten dahin ab, dass man durch die daran befindlichen Diopter nach dem Meereshorizonte visirte und gleichzeitig dabei das durch zwei Diopter einer verschiebbaren Alhidade aufgefangene Sonnenbild betrachtete. Dies Instrument wurde von Davis und Anderen verbessert, bis zuletzt der lange im Gebrauche gewesene englische Quadrant entstand; aber auch letzterer war nur bei hellem Sonnenschein brauchbar, so dass der Gradstock daneben unentbehrlich blieb. Wie mangelhaft diese Instrumente waren, geht daraus hervor, dass bei Breitenbestimmungen aus einer Sonnenhöhe im Meridian selbst die besten Beobachter oft 10 Minuten von einander abwichen. Die hierdurch entstehende Unsicherheit änderte sich erst mit der Erfindung des Spiegelsextanten.

Die vorliegenden kurzen Andeutungen wollen nur den sich für nautische Instrumente interessirenden Leser auf das empfehlenswerthe Werkchen hinweisen. *W.*

Chemiker-Kalender 1891. Herausgegeben von Dr. R. Biedermann. Zwölfter Jahrgang. Mit einer (Tabellen enthaltenden) Beilage. Berlin. Julius Springer. M. 3,00 bezw. 3,50.

Der vorliegende zwölfte Jahrgang des Chemiker-Kalenders, dessen zahlreiche Tabellen auch über die Kreise des Chemikers hinaus vielfaches Interesse bieten, zeigt wieder nicht undedeutende Erweiterungen seinen Vorgängern gegenüber und liefert den Beweis, dass der Herausgeber mit Erfolg bemüht ist, den Kalender den Fortschritten der Chemie folgen zu lassen. Der Umfang des Kalenders wächst von Jahr zu Jahr; im Jahre 1885 hatte derselbe 152 Tabellen, jetzt 221; die Beilage enthielt damals 93 Tafeln und weist jetzt deren 164 auf. *N.*

A. Winkelmann, Handbuch der Physik. Herausgegeben unter Mitwirkung von F. Auerbach, F. Braun, S. Czapski, K. Exner a. A. (2 Bd. in 15 Lief.) Breslau. Jede Lief. M. 3,60.

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik. Sitzung vom 9. September 1890. Vorsitzender: Herr Haensch.

Die Sitzung ist einer Besprechung des Bremer Mechanikertages gewidmet. Herr Direktor Loewenherz giebt einen Bericht über die bisherigen Maassnahmen des Vorstandes des Mechanikertages und über die Stellung der Gesellschaft zu den vorliegenden Fragen, mit welchem die Gesellschaft sich einverstanden erklärt. (Vergl. die Bremer Verhandlungen im *vorigen Hefte dieser Zeitschrift.*)

Sitzung vom 7. Oktober 1890. Vorsitzender Herr Haensch.

Die Herren Direktor Loewenherz, Handke und Stückrath gaben Berichte über die Verhandlungen des Bremer Mechanikertages (vergl. *das vorige Heft dieser Zeitschrift.*)

Herr Direktor Loewenherz berichtet über die Arbeiten zur Einführung einheitlicher Schraubengewinde unter Vorlage von Musterschrauben und anschaulichen Zeichnungen über die Abmessungen der neuen Gewinde Das besondere Interesse der Gesellschaft erregte die Mittheilung, dass die Durchführung der wichtigen Neuerung vollkommen gesichert erscheint und sehr nahe bevorsteht.

Die Herren Handke und Stückrath sprachen über das Lehrlings- und Gehilfenwesen, bezw. über die geplante Organisation einer alle deutschen Mechaniker und Optiker umfassenden Gemeinschaft. An diese Berichte knüpfte sich eine Besprechung über die Stellungnahme der Gesellschaft zu diesen Fragen. Da die bevorstehende Generalversammlung im Januar sich hiermit zu beschäftigen hat und bei dieser Gelegenheit die Gesellschaft ihre Entschliessungen zu treffen hat, so kann jetzt auf diese Gegenstände hier nicht näher eingegangen werden.

Sitzung vom 21. Oktober. Vorsitzender Herr Haensch.

Die Herren Haensch und Dr. O. Lummer führen die neueste Form der Paalzow'schen optischen Bank mit einer Reihe von interessanten Experimenten vor.

Herr Haensch zeigt einen neuen Spiritusbrenner, über den unsere Leser im *diesjährigen Septemberheft dies. Zeitschr. S. 340* eine kurze Mittheilung finden. Die Firma Bluth & Cochius in Berlin hat den Vertrieb dieser Brenner übernommen.

Sitzung vom 4. November 1890. Vorsitzender Herr Haensch.

Die Herren Haensch und Dr. Westphal gaben den Schlussbericht über die Verhandlungen in Bremen. (Vergl. *das vorige Heft dieser Zeitschrift.*)

Der Bericht des Herrn Haensch über die Einführung neuer Rohrgewinde giebt Herrn Raabe Gelegenheit, seiner Freude darüber Ausdruck zu geben, dass die von ihm angeregte Maassregel ihrer Verwirklichung entgegengehe. — Hieran knüpfte sich eine kurze Diskussion über die jetzige Art der Anfertigung der Präzisionsrohre und die denselben anhaftenden Mängel; an dieser Diskussion betheiligten sich die Herren Halle, Raabe und der Vorsitzende.

Herr Haensch ersucht die Anwesenden, ihm etwaiges weiteres Material über Zollschwierigkeiten umgehend zugehen zu lassen, da Schritte zur Sicherung günstiger Zollverhätnisse in naher Zeit nach einer bestimmten Richtung hin geschehen könnten.

Die Frage nach der besten Methode, auf Aluminium Hochglanzpolitur zu erhalten, beantwortet Herr Raabe dahin, dass man diese mit dem Polirstahl erreichen könne. In der optischen Industrie wird vielfach Pariser Roth mit Petroleum angewendet. Herr Stückrath hat sehr gute Resultate mit Blutstein und einem innig durchschüttelten Gemenge von Provenceöl mit Spiritus erzielt.

Herr Dr. Rohrbeck macht Mittheilungen über Desinfektion. Ausgehend von der Sterilisirung von Nährböden für Reinzüchtungen, von denen einige in zum Studium geeigneter Form vorgewiesen werden, wird darauf hingewiesen, dass nicht völlig gesättigter Dampf sichere Gewähr für vollkommene Desinfektion nicht biete. Der Vortragende zeigt sodann einen Temperaturregulator mit Alarmsignal vor, welcher durch Anwendung einer mit Quecksilber gedichteten Stopfbüchse dem Einfluss von Luftdruckschwankungen entzogen ist. Der Brennerregulator ist mit verstellbarer Nothflamme versehen.

Herr Cochius legt Musterkarten der von ihm zu beziehenden Profile von Messingrohr und Façonmessing vor, welche sich durch grosse Reichhaltigteit auszeichnen.

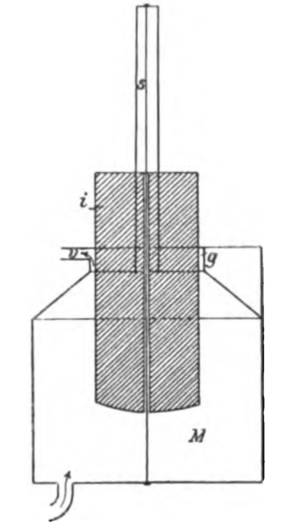
Herr Stückrath weist einen Metallschlauch vor; derselbe ist durch schraubenförmiges Aufwickeln eines eigenthümlich profilirten Metallstreifens unter Anwendung einer Gummidichtung hergestellt, welche bei stärkerem Innendruck ihrem Zweck völlig entspricht. Zu beziehen sind solche Metallschläuche durch L. Günther, Berlin, Ritterstrasse 21.



Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

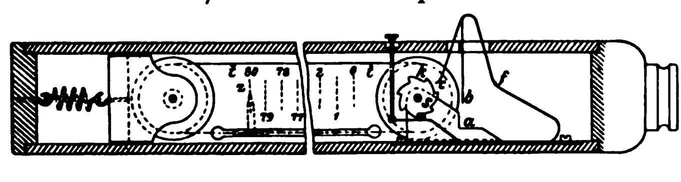
Flüssigkeitsmesser. Von Chr. Pöleke in Ballenstedt. Nr. 52061 vom 18. September 1889.



Das Messgefäss *M* ist mit einem engen Hals *g* versehen, in welchen der an der Stange *s* geführte Zylinder *i* eintaucht, durch dessen Verstellung ermöglicht wird, in dem Gefäss *G* verschieden grosse Flüssigkeitsmengen zu messen. Die Stellvorrichtung für *i* kann eine beliebige sein. In der in der Patentschrift angegebenen Form dient der Flüssigkeitsmesser zur Messung von Diffusionssäften, wobei nach erfolgter Füllung des Gefässes ein Theil des Saftes bei *v* überläuft und ein Kolbenventil belastet, durch dessen Bewegung ein elektrisches Meldewerk in Thätigkeit gesetzt wird.

Vorrichtung an Metermaassstäben zum Anzeigen der abgemessenen Meterzahl. Von A. Ludwig in Wiesbaden. Nr. 52126 vom 10. Dezember 1889.

Bei jeder Abmessung wird die Feder *f* durch den Daumen der rechten Hand niedergedrückt, bis der Schenkel *b* den Anschlag *a* berührt und damit den Hub der Feder begrenzt. Gleichzeitig fasst der Theil *c* der Feder *f* einen Zahn des Sperrades *s* und schiebt dasselbe um einen Zahn vorwärts.



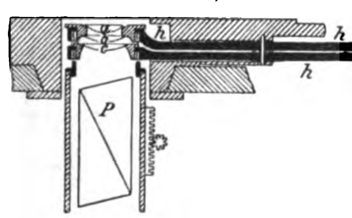
Hierdurch wird die mit dem Kettenrade *k* in zwangläufiger Verbindung stehende Kette *t* stets um eine gewisse Strecke fortbewegt. Diese Fortbewegung der Kette wird durch den Zeiger *z* auf der Skale, welche sich auf der äusseren Seitenwand des Maassstabes befindet, angezeigt.

Senkblei mit Schwimmer zum Anzeigen der Erreichung des Grundes. Von A. Resch und G. Grand in Landsberg a. W. Nr. 52246 vom 1. Dezember 1889.

Das eigentliche Loth besteht aus zwei ineinander verschiebbaren Theilen *a* und *g*, wovon ersterer in Nuthen die Kupplungsfedern *f* aufnimmt. Erreicht *g* den Grund, so werden die Theile *g* und *a* zusammengeschoben, hierbei die Federn *f* von *g* zusammengedrückt und dadurch der Schwimmer *A* freigelassen. Dieser steigt nun am Messband *m* empor und zeigt durch sein Erscheinen die Erreichung des Grundes an. Beim Herausziehen des Lothes werden Schwimmer und Lothkörper selbthätig wieder gekuppelt, indem die Federn *f* mit ihren oberen schrägen Enden in den Schwimmer hinein schlüpfen.

Vorrichtung an Mikroskopen zum schnellen Wechseln der Beleuchtung. Von R. Fuess in Berlin. Nr. 52378 vom 26. Oktober 1889.

Die Linsen *a*, *b* und *c* des Kondensorsystems sind in Hebel *h* gefasst, durch deren Bewegung sie bequem ein- und ausgeschaltet werden können. Behufs Einstellung in axialer Richtung ist die eigentliche Fassung der Linse im Hebel verschieblich. Die Verschiebung geschieht mittels des Polarisatortubus *P*, dessen Kopf so ausgebildet ist, dass er, gegen die Fassung anstossend, diese mitnimmt. Man kann sowohl eine, als auch beide Fassungen durch den Polarisatortubus einstellen, da in letzterem Falle durch die untere Fassung die obere bewegt wird. Damit bei schräger oder horizontaler Lage des Mikroskops die Bewegung der Linsen durch den Polarisator eine sichere ist, werden die Fassungen durch eine Spiralfeder sanft gegen ihre Unterlage gedrückt.





Mikrophon. Von G. Melzer in Tetschen, Böhmen. Nr. 51801 vom 18. Oktober 1889.

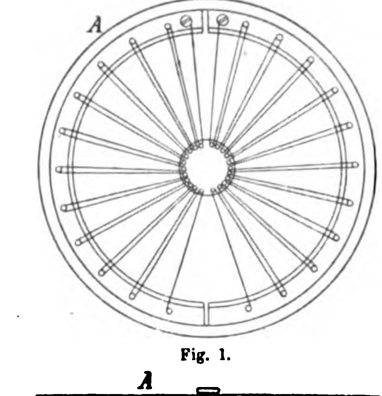
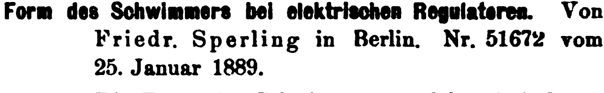


Fig. 1.

Bei diesem Mikrophon werden die den Schallwellen entsprechenden Schwankungen in der Stromstärke dadurch hervorgebracht, dass hinter der Membran *A* (Fig. 1 u. 2) ausgespannte, vom Strom durchflossene Drähte beim Schwingen der Membran durch eine mit dieser in Verbindung stehende Scheibe *b* (Fig. 2) gedehnt werden, wodurch diese Drähte Längen- und Querschnittsänderungen und mithin Aenderungen ihres elektrischen Leitungswiderstandes erfahren.



Form des Schwimmers bei elektrischen Regulatoren. Von Friedr. Sperling in Berlin. Nr. 51672 vom 25. Januar 1889.

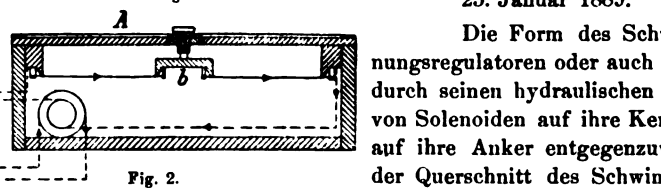
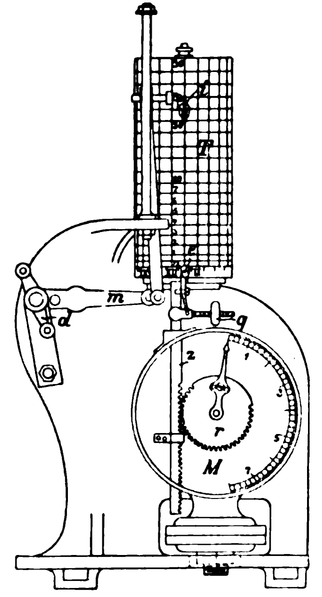


Fig. 2.

Die Form des Schwimmers, welcher bei Spannungsregulatoren oder auch bei Messapparaten dazu dient, durch seinen hydraulischen Auftrieb der Anziehungskraft von Solenoiden auf ihre Kerne oder von Elektromagneten auf ihre Anker entgegenzuwirken, ist so gewählt, dass der Querschnitt des Schwimmers in verschiedener Höhe wächst oder abnimmt, je nach der mehr oder minder grossen Anziehung, welche die Kerne oder Anker bei verschiedener Höhenlage erfahren. Es soll dadurch der Einfluss der Ungleichmässigkeit der Anziehung auf den Schwimmer aufgehoben werden.

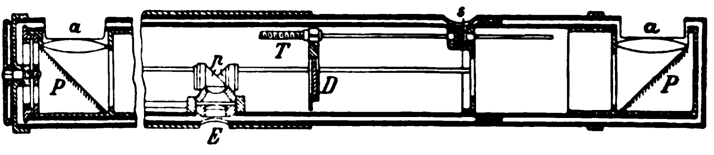


Apparat zum selbthätigen Registriren des Dampfdruckes und des Wasserstandes in Dampfkesseln. Von P. Dahlmann in Berlin. Nr. 51677 vom 26. Juli 1889.

Dampfdruck und Wasserstand werden unter einander auf einer durch ein Uhrwerk gedrehten Trommel *T* aufgezeichnet. Zu diesem Zwecke ist eine von dem Zahnrad *r* auf dem Manometer *M* bewegte Zahnstange *z* angeordnet, welche den an ihrem oberen Ende befindlichen, mittels des Gewichtes *g* gegen die Registrirtrommel gepressten Schreibstift *e* entsprechend dem Kesseldampfdruck hebt oder senkt. Den Wasserstand zeichnet ein durch den Hebel *m* in einer Gradführung bewegter Schreibstift *i* auf, dessen Einstellung durch den doppelarmigen Hebel *d* erfolgt, der von einem im Innern des Kessels befindlichen Schwimmer gedreht wird.

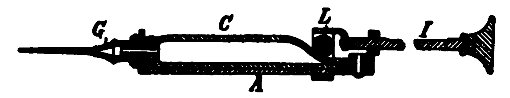
Entfernungsmesser. Von A. Barr und W. Stroud in Leeds, Grafschaft York, England. Nr. 51751 vom 4. Juli 1889.

Die von dem zu messenden Objekt herkommenden, bei *a* eintretenden Lichtstrahlen werden durch die Reflektoren *P* und *p* (Spiegel oder Prismen) nach dem Okular *E* geleitet. Auf ihrem Wege dahin gehen die von dem rechtsseitigen Reflektor zurückgeworfenen Strahlen durch ein Prisma *D* (Deflektionsprisma), welches gestattet, die bei *E* beobachteten beiden Bilder des entfernten Gegenstandes zur Deckung zu bringen, was durch Verschiebung dieses Prismas mit Hilfe der Schraube *T* geschieht. Letztere wird an der gerändelten Scheibe *s* gedreht. Aus dem Stande des Deflektionsprismas, welcher bei Koinzidenz jener Bilder für verschiedene Entfernungen verschieden ist und an einer passend angebrachten Skale abgelesen werden kann, wird die jeweilige Entfernung ermittelt.



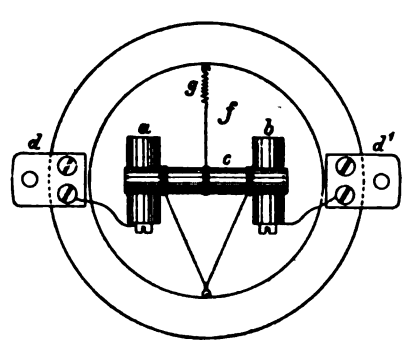
Die Patentschrift enthält mehrere Abarten dieses Entfernungsmessers.

Schlauchspritze für medizinische Zwecke. Von Herm. Haussmann, S. B. Dunn und J. C. M Comb in Chicago, Illinois, V. St. A. Nr. 51430 vom 24. April 1889.



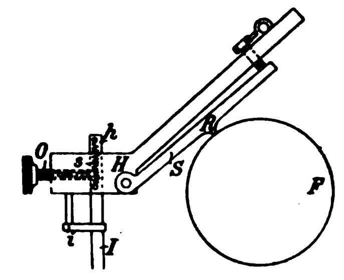
Auf der Platte *A* liegt der mit Mundstück *G* versehene elastische Schlauch *C*. Wird nun mit Hilfe der Stange *I* die Rolle *L* über den Schlauch *C* zum Mundstück *G* hingeschoben, so tritt die in *C* enthaltene Flüssigkeit bei *G* aus. Wird die Rolle in der entgegengesetzten Richtung bewegt, so wird Flüssigkeit in den Schlauch *C* hineingezogen.

Mikrophon. Von E. Volkers in Düsseldorf. Nr. 51591 vom 8. August 1889.



Die beiden an der Membran *f* befestigten und durch Drähte mit den Laschen $d\,d^1$ verbundenen Kohlenkontakte *a* und *b* werden durch eine Kohlenwalze *c* überbrückt, welche mit Fäden an nur zwei Punkten der Membran aufgehängt ist. Zwei dieser Fäden liegen auf einer Seite der Kohlenwalze *c* und bilden mit ihr ein gleichschenkliges Dreieck, während der dritte Faden an einer Feder *g* befestigt ist. Durch diese Aufhängung soll ein gleichmässig auf beide Kontakte *a* und *b* vertheilter Druck erreicht werden.

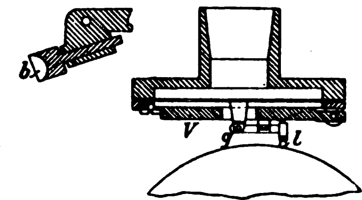
Vorrichtung an Phonographen zur selbthätigen Einstellung der Schreib- und Sprech-Instrumente bezüglich des Abstandes ihrer Diaphragmen von der Scheitelfläche. Von Th. A. Edison in Llewellyn Park, Grafschaft Essex, New-Jersey, V. St. A. Nr. 51470 vom 7. Juni 1889.



Mit dem Instrumentengestell ist ein Hemmungsarm *R S* verbunden, der beim Senken des Gestells in die Arbeitslage gegen die Schreibfläche *F* trifft. Durch eine Oeffnung in dem Arm *H* des Gestells geht lose eine Stange *h*, an deren Enden das Gestell mittels Spiralfedern *s* aufgehängt ist. In Folge dieser Einrichtung erfährt das Gestell nicht schon Hemmung, wenn der Führungsfuss *i* sich auf die Horizontalführungsschiene *I* aufsetzt, sondern er sinkt unter Spannung der Spiralfeder weiter, bis der Hemmkopf *R* sich auf die Schreibfläche legt. In dieser alsdann normalen Stellung wird das Gestell durch die Schraube *O* festgestellt und dann der Hemmkopf von der Schreibfläche abgehoben.

Phonograph mit Schallwellenfurchen von kreisbogenförmigem Querschnitt. Von Th. A. Edison in Llewellyn Park, Grafschaft Essex, New-Jersey, V. St. A. Nr. 51795 vom 7. Juni 1889.

Der Schreibstift wirkt mit einer im Kreisbogen gekrümmten Schneide *b* gegen die Schreibfläche und bildet während ihrer Bewegung mit dem Diaphragma eine Aufeinanderfolge von mehr oder weniger streng kreisförmig umschriebenen Vertiefungen, deren Wände sich allseitig im hohlen Bogen nach dem Mittelpunkt einsenken, so dass jeder Theil der Vertiefung die Aufzeichnung der durch sie dargestellten Schallwelle enthält. Zum Absprechen der mit diesem Schreiborgan erzeugten Einschreibung dient ein Tastorgan, welches entweder eine volle Kugel *l* oder einen blossen Kugelabschnitt bildet. Zur Belastung des kugeligen Tastorgans ist am Gestell drehbar eine starke Platte *V* derart angeordnet, dass der die Bewegungen des Tastorgans an das Sprechdiaphragma übertragende Hebel *g* durch Schlitz und Stift an genannte Platte angehängt ist.



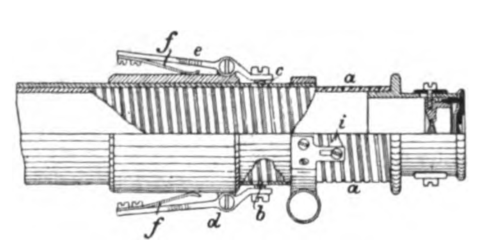
Apparat zum selbthätigen Aufzeichnen der Schwankungen von Eisenbahnfahrzeugen. Von John Milne in Croydon, Grafschaft Surrey, England, Nr. 51722 vom 7. Juli 1889.

Die Schwingungen des Fahrzeuges in senkrechtem Sinne, sowie die in der Fahrtrichtung und endlich die seitlichen Schwankungen werden gesondert auf ein durch ein Uhrwerk bewegtes

Papierband aufgezeichnet. Die Verzeichnung der Schwingungen von der erstgenannten Art geschieht mit Hilfe einer gespannten Spiralfeder und eines der Feder entgegenwirkenden Gewichtshebels, der, bei den Erschütterungen des Fahrzeuges selbst in Schwingungen gerathend, einen Schreibhebel bewegt. Zum Aufzeichnen der seitlichen Schwankungen und der in der Fahrrichtung selbst dienen zwei rechtwinklig zu einander schwingende, eigenthümliche Pendelpaare, die mit den zugehörigen Schreibhebeln in passender Weise verbunden sind.

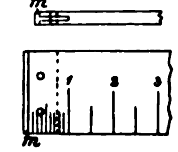
Fernrohr mit Einrichtung zum Messen von Entfernungen. Von Firma Dennert & Pape in Altona. Nr. 51805 vom 10. November 1889.

Auf dem Okularrohr *a* ist ein Gewinde und eine diesem entlang laufende Skale angeordnet, an welcher der Grad der axialen Verschiebung des Okulars gegen das Objektiv bezw. die dadurch gegebene Entfernung des beobachteten Gegenstandes von einem mit dem Objektivrohr verbundenen Zeiger *i* angegeben wird.



Das Fernrohr kann in der Weise ausgeführt werden, dass die Mutter des Okularrohrgewindes durch Spitzen *b c* gebildet wird, die in Hebeln *d e* gelagert sind, welche einerseits diese Spitzen unter dem Einfluss von Federn *f* in den Gewindegang drücken, andererseits dieselben behufs der schnelleren, annähernden Einstellung des Okularrohres auszuschalten gestatten.

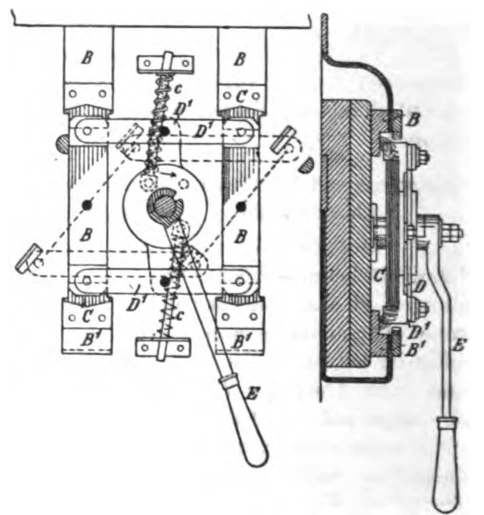
Maassstabbeschlag. Von Gust. Ullrich in Annweiler, Rheinpfalz. Nr. 51817 vom 10. November 1889.



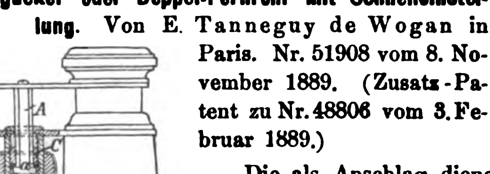
Der an Stelle der üblichen Kappen tretende Beschlag besteht aus einem T-förmigen Metallstück *m* (gehärteter Stahl), welches in das Holz eingelassen und mit diesem durch Nieten verbunden wird. Als Vortheile dieses Beschlags werden bezeichnet: Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung und Entbehrlichkeit des Aufreissens von Theilstrichen auf den Beschlag.

Momentschaltvorrichtung. Von F. Zöpke in Berlin. Nr. 51193 vom 20. August 1889.

Diese Vorrichtung besteht aus einem zwangsläufig geführten, die Kontakt-Schleiffedern *C* tragenden Gelenkparallelogramm $D D^1$, welches derart unter der Einwirkung von Federn *c* steht, dass die vermittels eines Handhebels *E* eingeleitete Verschiebung desselben durch die hierbei angespannten Federn *c* selbständig beendet wird und hierdurch das Schliessen oder Unterbrechen des Stromkreises an den Kontakten $B B^1$ sehr schnell und unabhängig von der Geschwindigkeit der Bewegung des Handhebels erfolgt.

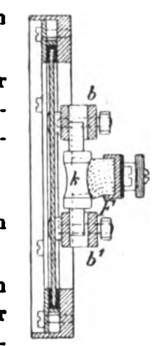


Operngucker oder Doppel-Fernrohr mit Schnelleinstellung. Von E. Tanneguy de Wogan in Paris. Nr. 51908 vom 8. November 1889. (Zusatz-Patent zu Nr. 48806 vom 3. Februar 1889.)



Die als Anschlag dienende Mutter ist durch eine auf dem Okularstegrohr *A* verschiebbare, aber nicht drehbare Mutter *C* ersetzt, welche mit Aussengewinde versehen, in das Innengewinde des drehbaren Objektivrohres *D* eingreift und durch Drehen des letzteren verstellt werden kann. Als Anschlag dient der Bund *a*.

Aehnlich sind auch einige Abarten des mit Schnelleinstellung versehenen Operngückers eingerichtet, die in der Patentschrift noch beschrieben werden.

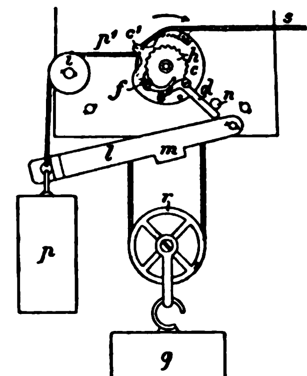


Mikrophon. Von Aktiengesellschaft Mix & Genest in Berlin. Nr. 51634 vom 4. Oktober 1889.

Um bei Ader'schen Mikrophonen eine Berührung der Stirnflächen der Kohlenwalzen *k* mit den Lagern *b b'* derselben zu vermeiden, haben die Kohlenwalzen in der Mitte eine sattelförmige Ausdrehung, in welche sich der Filzdämpfer *F* einlegt.

Selbthätig wirkende Aufziehvorrichtung für Gewichtsuhren. Von J. Scheinberger in Nagy-Kikinda, Ungarn. Nr. 51522 vom 25. Juli 1889.

Die Aufziehvorrichtung für Gewichtsuhren wird beim Oeffnen und Schliessen von Thüren mittels einer Schnurleitung in Thätigkeit gesetzt. Wird die Thür geschlossen, so zieht die Schnur *s* das Klinkrad *c* nach rechts, wodurch mittels der Sperrklinke *f* das Sperrad *h* nach rechts bewegt und das Gewicht *q* aufgewunden wird. Bei dem darauf folgenden Schliessen der Thür lassen die Schnüre das Klinkrad *c* frei, und letzteres wird durch das Gewicht *p*, welches unter Vermittlung des Hebels *l* und der Schnur p^1 auf den Zapfen c^1 des Klinkrades *c* wirkt, in seine Anfangslage zurückgebracht. Hierbei schlägt der Hebel *d* gegen den Stift *n* und löst mittels des Hornes *e* die Sperrklinke *f* aus dem Sperrad *h* aus, um die Wirkung des Uhrgewichts nicht zu behindern. Die Sperrklinke *f* wird erst wieder eingeklinkt, wenn auf die Schnur *s* ein neuer Zug ausgeübt wird.

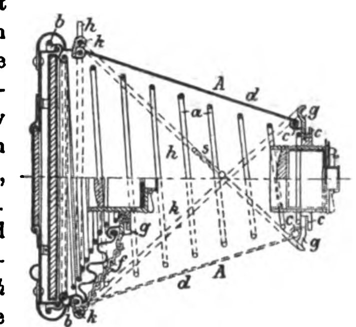


Ist nun durch mehrfaches Oeffnen und Schliessen der Thür das Gewicht *q* so weit in die Höhe gezogen, dass die Rolle *r* gegen den horizontalen Arm *m* des Hebels *l* stösst, so wird beim nächsten Spiel der Hebel *l* durch die Rolle *r* gehoben und mit ihm auch das Gewicht *p*. In Folge dessen geht die Aufziehvorrichtung von nun an leer.

Das Sperrwerk *c f h* tritt erst dann wieder in Thätigkeit, wenn die Rolle *r* den horizontalen Arm *m* des Hebels *l* freigegeben hat.

Photographische Geheimkamera. Von J. Benda in Berlin. Nr. 52104 vom 19. Juni 1889.

Der Balg *A* der Kamera besteht aus der Spirale *a*, welche unten mit dem Ring *b*, oben mit dem das Objektiv tragenden Ring *c* verbunden und mit einem an beiden Ringen befestigten Mantel *d* aus lichtdichtem Stoff umgeben ist. In zusammengedrücktem Zustande (untere Hälfte der Figur) wird der Balg durch zwei Kettchen *f* gefesselt, welche am Ring *b* angebracht und in die am Objektiv befindlichen Haken *g* eingehängt werden. Sobald die Kettchen gelöst werden, schnellt die Spirale *a* den Balg auseinander, und in diesem Zustande wird er durch die Bügel *h* festgestellt. Die Bügel sind durch Scharniere *k* am Ring *b* befestigt und liegen bei zusammengedrücktem Balg flach um den Ring. Nachdem der Balg auseinander geschnellt ist, werden die Bügel *h* hochgerichtet und stützen sich unter die Haken *g*. Eine kleine Feder *s*, welche an dem einen Bügel befestigt ist, tritt im Kreuzungspunkt beider Bügel unter den zweiten und sichert beide in ihrer Stellung.



Mikrometer, auf die Erscheinung der Doppelbrechung gegründet. Von V. Wellmann in Berlin. Nr. 52360 vom 12. Juni 1889.

Die zu messende Länge wird aus dem Winkel bestimmt, den ein um die optische Axe des Instruments (Mikroskop oder Fernrohr) drehbares, auf das Okular aufgesetztes, doppelbrechendes Prisma beim Einstellen des ausserordentlichen Bildes eines im Okular zentral aufgespannten Fadens auf das eine Ende der zu messenden Länge durchläuft, deren anderes Ende durch das ordentliche Bild jenes Fadens begrenzt wird. Bei länglichen Messobjekten wird das Objekt selber in der Weise eingestellt, dass dessen ausserordentliches Bild das ordentliche Bild desselben seitlich berührt. (Die nähere Beschreibung vgl. *diese Zeitschr. 1890 S. 141.*)



Instrument zum Ausgleichen astigmatischer Augenfehler. Von J. Kornblum, J. A. Brashear und P. Painter in Allegheny, Pennsylv. V. St. A. Nr. 52241 vom 15. August 1889.

Behufs der Ausgleichung astigmatischer Augenfehler sind Fernrohre, Operngucker und ähnliche Instrumente neben ihren sonstigen Linsen mit einer um die optische Axe des Instrumentes drehbaren, nach einer Gradskale einstellbaren zylindrischen Linse ausgerüstet.

Für die Werkstatt.

Ueber genaues Ausrichten von Drehkörpern. Von B. Pensky.

Zu den am häufigsten vorkommenden Vorarbeiten des Mechanikers gehört es, Stücke, welche auf der Drehbank bearbeitet werden sollen, im Klemmfutter auszurichten. So lange es sich nur um ein angenähertes Ausrichten, etwa eines Stückes Rohmaterial handelt, genügt das Augenmaass bezw. die Vergleichung der Lage des Körpers in zwei Paar entgegengesetzter Stellungen gegen eine nahe herangerückte gerade Kante, etwa die Vorlage, um über die Richtung, in welcher die weitere Lagenänderung durch die Klemmschrauben zu bewirken ist, hinreichende Auskunft zu erhalten. Dieses Hilfsmittel genügt nicht mehr, wenn die geometrische Axe eines Körpers, dessen Form bereits genau hergestellt war, — sei es Zylinder, Kegel oder gleichseitiges Prisma — behufs weiterer Bearbeitung von Neuem mit grosser Genauigkeit laufend ausgerichtet werden muss. Man bedarf dann feinerer Tastorgane und es werden zu solchem Zweck meist Fühlhebel benutzt. Die Anwendung der letzteren ist hier jedoch umständlich; zunächst sind zur sicheren Ausführung der Prüfung zwei Fühlhebel erforderlich und es muss deren Lage sowohl gegeneinander als gegen das auszurichtende Stück während der Arbeit unverändert bleiben. Immerhin vermag diese Methode genaue Resultate zu liefern, so lange die auszurichtenden Körper glatte, ununterbrochene Oberflächen bilden. Die Methode versagt jedoch mitunter ganz, wenn die zu bearbeitenden Körper Aussparungen oder Unterbrechungen enthalten, so dass nur Theile derselben stehen geblieben sind. So würde es z. B. nicht möglich sein, eine scharfgeschnittene Schraube mit Anwendung von Fühlhebeln sicher auszurichten. Zwar könnte man Zwischenlagen anwenden, doch würde dadurch die Handhabung erschwert und neue Quellen von Unsicherheiten in das Verfahren gebracht werden.

Für alle derartigen Ausrichtungen sehr bequem ist ein Verfahren, dessen sich Herr C. Reichel bedient. Dasselbe setzt eine solide Aufstellung der Drehbank voraus, wie sie ja zu jeder präzisen Arbeit erfordert wird. Reichel verwendet dabei ein ebenes Lineal, welches in der Längsrichtung und senkrecht dazu je eine justirbare Libelle trägt und in dessen untere Fläche nahe dem einen Ende ein in eine Kugel auslaufender Stift eingesetzt ist. Beim Gebrauch stützt sich die Vorrichtung mit dieser Kugel in einem am Support oder einem andern festen Drehbanktheil angebrachten Trichter, während das andere Ende des Lineals mit seiner unteren Fläche auf dem auszurichtenden Drehkörper ruht. Wird dieser mit der Spindelaxe gedreht, so giebt sich eine zur letzteren geneigte Lage der geometrischen Axe des auszurichtenden Körpers durch Standänderung der Querlibelle, eine Exzentrizität der Körperaxe durch Standänderung der Längslibelle zu erkennen. Diese Methode hat vor der Anwendung von Fühlhebeln den Vorzug, dass hier nur ein, für die Ausrichtung von Zylindern sehr verschiedenen Durchmessers zweckmässig der Höhe nach verstellbarer, fester Stützpunkt für das Prüfungsinstrument erforderlich ist, welch letzteres sich beliebig aufsetzen und abheben lässt. Die Genauigkeit und Schnelligkeit, mit welcher diese Methode zum Ziele führt, ist bemerkenswerth und darin begründet, dass sich aus der Aenderung des Libellenstandes die durch das Nachziehen der Klemmschrauben bewirkte Lagenänderung des Körpers genau verfolgen lässt.

Nehmen wir z. B. an, eine im Achtschraubenfutter gehaltene Schraube sei annähernd gerichtet. Die untere Fläche des aufgelegten Instrumentes sei annähernd horizontal. Liest man die Libellenstände für die beiden entgegengesetzten Lagen, in denen zwei gegenüberliegende Klemmschraubenpaare in einer Vertikalebene sich befinden, ab, so hat man, unter Festhaltung der Spindelaxe, mit diesen die vier Schrauben so zu spannen, dass jede der Libellen den mittleren Stand zeigt. Dies wiederholt man mit den anderen Klemmschraubenpaaren, beseitigt die hierdurch etwa bewirkten ganz kleinen Aenderungen der ersten Justirung wie anfangs und erhält so bei sachgemässer Handhabung mit dreimaligem Nachspannen den Körper genau laufend.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Namen- und Sach-Register.



